



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA  
AMBIENTAL**

**“PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO A PARTIR DE CACHAZA PARA  
MEJORAR LA CALIDAD DE SUELOS AGRICOLAS”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

**AUTOR(A):**

Saucedo Rimarachin Alicia Beatriz

**ASESOR:**

DR. RODAS CABANILLAS JOSÉ LUIS

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS

**PERÚ - 2017**

## **PÁGINA DEL JURADO**

---

Dr. José Elías Ponce Ayala  
Presidente

---

Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez  
Secretario

---

Mgtr. Cesar Augusto Zatta Silva  
Vocal

## **DEDICATORIA**

Esta investigación va dedicada a mi familia por su gran apoyo incondicional que me brinda en todo momento para lograr mis objetivos, en especial a mis padres porque dan las fuerzas para seguir adelante.

También dedico este trabajo a mí hermano menor Wilver Caleb Saucedo Rimarachin ya que es mi motor para poder seguir adelante y ser un ejemplo de superación para él.

En especial abuelita Petronila Siesquen Chirinos que ya no la tengo en este momento junto a mí y sé que donde quiera que se encuentre ella me cuida y guiara cada pasó que doy en mi vida.

Alicia.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradezco a dios, por darme la vida, salud y sabiduría para poder realizar este trabajo de investigación.

A mis padres por el apoyo moral y económico que me brindaron para poder hacer realidad este trabajo.

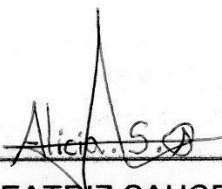
A mis asesores los cuales fueron mis guías todo este tiempo para poder desarrollar mi investigación y apoyarme e la formación de mi carrera.

Alicia.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, ALICIA BEATRIZ SAUCEDO RIMARACHIN, estudiante de décimo ciclo de la escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, identificada con DNI 71584510, con la tesis titulada "Producción de abono orgánico a partir de cachaza para mejorar la calidad de suelos agrícolas" declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He representado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los datos, que se presenten en la tesis se constituirá en aportes a la realidad investigada.



ALICIA BEATRIZ SAUCEDO RIMARACHIN

DNI: 71584510

## **PRESENTACIÓN**

Para poder desarrollar esta investigación que lleva como título “Producción de abono orgánico a partir de cachaza para mejorar la calidad de suelos agrícolas”, con la finalidad de obtener el título de ingeniero ambiental

El trabajo de investigación tuvo como objetivo producir abono orgánico a partir de cachaza para mejorar la calidad de suelos agrícolas de industrial Pucalá. En esta empresa la problemática es el residuo que se viene generando y el cual no se le da ningún tratamiento y es arrojado a la acequia que pasa por la fábrica, hablamos de la cachaza el cual sale de los filtros Oliver, entonces vamos a utilizar este residuo para un proceso de compostaje, el cual después de unos meses se convierta en un abono orgánico, el cual vamos a introducir en el suelo agrícola de la industria Pucalá para poder mejorar la calidad del suelo ya que tienen muchos nutrientes que fortalecen el suelo.

La investigación está conformada por los siguientes capítulos: Introducción, Metodología, Resultados, Discusión, Conclusiones, Recomendaciones, propuestas y siendo complementada con anexos.

Este trabajo constituye las ganas y el esfuerzo afianzado durante el periodo profesional esperado lograr las metas a corto, mediano y largo plazo.

Se espera que este trabajo sea tomado para futuras investigaciones sirviendo de motivación para generar nuevos conocimientos y resolver problemas en la sociedad.

AUTORA.

## INDICE

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación	vi
Indice	vii
Indice De Tablas	x
Indice De Gráficas	xi
Indice de anexos	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>15</b>
1.1. Realidad Problemática	16
1.2. Trabajos Previos	17
1.3. Teorías Relacionadas Al Tema	20
1.3.1. PRODUCCION DE ABONO ORGANICO	20
1.3.2. CALIDAD DE SUELOS AGRICOLAS	26
1.4. Marco Conceptual	29
1.4.1. La Cachaza	29
1.4.2. Obtención de la cachaza	30
1.4.3. Propiedades de la cachaza	31
1.4.4. Ventajas del abono orgánico	32
1.5. Formulación del problema	32
1.6. Justificación	32

1.7.Hipótesis_____	33
1.8. Objetivos_____	33
1.8.1. Objetivo general_____	33
1.8.2. Objetivos Especificos_____	33
<b>II. METODO_____</b>	<b>34</b>
2.1. Diseño De Investigación_____	34
2.2. Variables, operacionalización_____	34
2.3. Población y Muestra_____	37
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos_____	37
2.4.1. Técnicas de Gabinete_____	37
2.4.2. Técnica de Recopilación de Datos_____	37
2.4.2.1. Técnica de campo (recolección de muestras)_____	37
2.4.2.2. Técnica de muestreo_____	38
2.4.3. Instrumentos, Materiales y Equipos de Recolección de Datos_____	38
2.4.4. Validez_____	39
2.5. Métodos de Análisis de Datos_____	39
2.5.1. Muestreo_____	39
2.5.2. Selección de la materia prima a usar_____	40
2.5.3. Construcción de las pilas de compostera_____	40
2.5.4. Aplicación del abono orgánico de cachaza_____	41
2.6. Aspectos Éticos_____	41
<b>III. RESULTADOS_____</b>	<b>42</b>
3.1. Elaboración de la pila compostera_____	42
3.2. Contenido de la pila compostera_____	42
3.3. Técnica de producción de abono orgánico_____	43
3.4. Medición de parámetros físicos_____	44
3.5.Mantenimiento de pila compostera_____	48



3.6. Peso inicial y final del abono organico_____	50
3.6.1. Método para determinar del peso final_____	50
3.7. Análisis de Calidad del Abono Orgánico Obtenido_____	51
3.8.Resultados de los Análisis del suelo de Industrial Pucalá_____	52
3.9.Resultado de parámetros físicos y químicos_____	54
3.9.1. Determinación de pH_____	54
3.9.2. Determinación de Conductividad Eléctrica_____	55
3.9.3. Determinación de Materia Orgánica_____	56
3.9.4. Determinación de Fosforo (P)_____	57
3.9.5. Determinación de Potasio (k)_____	58
3.9.6. Determinación de Carbonatos _____	59
3.10. Parte Estadística - Comportamiento de los datos en IBM SPSS_____	60
<b>IV. DISCUSIÓN_____</b>	<b>65</b>
<b>V. CONCLUSIONES_____</b>	<b>66</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES_____</b>	<b>67</b>
<b>VII. REFERENCIAS_____</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS_____</b>	<b>70</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°01 Operacionalización de variables.....	35
Tabla N°02 Peso de materiales de la pila.....	43
Tabla N°03 Características de mantenimiento de una pila compostera.....	43
Tabla N°04 registro de temperatura de la pila compostera.....	44
Tabla N°05 registro de pH de la pila compostera.....	46
Tabla N°06 registro de Humedad de la pila compostera.....	46
Tabla N°07 registro de volteos y cantidad de agua de la pila compostera.....	48
Tabla N°08 Valores de abono orgánico de cachaza.....	50
Tabla N°09 Determinación del pH.....	53
Tabla N°10 Determinación del C.E.....	54
Tabla N°11 Determinación del M.O.....	55
Tabla N°12 Determinación del Fosforo.....	56
Tabla N°13 Determinación del Potasio.....	57
Tabla N°14 Determinación de Carbonatos.....	58

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N°1 Peso de materiales en porcentaje .....	42
Gráfica N°2 Temperatura de la pila compostera.....	45
Gráfica N°3 Humedad de la pila compostera.....	47
Gráfica N°4 pH de las muestras.....	53
Gráfica N°5 C.E de las muestras.....	54
Gráfica N°6 M.O de las muestras.....	55
Gráfica N°7 Fosforo de las muestras.....	56
Gráfica N°8 potasio de las muestras .....	57
Gráfica N°9 carbonatos de las muestras.....	58

## INDICE DE ANEXOS

Anexo N°1 Matriz de consistencia para elaboración de tesis	70
Anexo N°2 Parámetros de abono orgánico de la FAO	71
Anexo N°3 Salida de cachaza de los filtros Oliver	71
Anexo N°4 Salida de la cachaza a la acequia	71
Anexo N°5 Recojo de la cachaza	72
Anexo N°6 Cercando el perímetro de la compostera	72
Anexo N°7 Midiendo 30 cm de altura de la compostera	72
Anexo N°8 Haciendo los hoyos para la aireación	72
Anexo N°9 Midiendo la humedad y temperatura	73
Anexo N°10 Muestra de suelo lista para analizar en INIA	73
Anexo N°11 Hoyo donde se colocó el abono	73
Anexo N°12 Análisis del abono orgánico de cachaza realizado en INIA	74

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la empresa industrial Pucalá, dedicada a la siembra de caña de azúcar, el cual después de muchos procesos tiene como producto final la azúcar rubia. Uno de los tantos procesos son los que cumplen los filtros Oliver el cual genera un residuo llamado cachaza, que es arrojado a la acequia que pasa por toda la fábrica, sin ningún tratamiento alguno contaminando el recurso agua, por ello se realiza bono orgánico de este subproducto para mejorar la calidad de los suelos agrícolas .

El diseño metodológico que se utilizó fue no experimental inferencial - longitudinal con modelo de regresión lineal simple, la población fue el residuo de cachaza originado por los filtros Oliver de la empresa , el muestreo fue no probabilístico y la muestra fue por conveniencia de 100 kg la cual fue recolectada en un solo día, para luego analizar sus parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura, humedad, conductividad eléctrica, concentración de materia orgánica, químicos N, P, K, Ca, C, Mg y la relación C/N, los datos obtenidos fueron procesados en los programas Microsoft Excel y SPSS.

Se obtuvieron los siguientes resultados: en el análisis del bono orgánico de cachaza sus resultados son ph: 7.80; conductividad eléctrica 2.92 mmhos/cm; materia orgánica 35.70 %; fosforo 3.12 %; potasio 0.73 %; calcio 2.03 %; humedad 43% y relación C/N 14.08 % y si puede ser utilizado en suelos agrícolas. En cuanto a los resultados de los datos estadísticos obtuvimos un comportamiento lineal y un parámetro de  $B1 \neq 0$ ,  $B1 < 0$  para todos los indicadores, Conductividad Eléctrica ( $b1=26,412$ ); Materia Orgánica ( $b1=1,106$ ); Fosforo ( $b1=9,318$ ); Potasio ( $b1=298,630$ ); Carbonatos ( $b1=3,245$ ) concluyendo que a mayor tiempo es mejor la concentración de los parámetros analizados.

**Palabras claves:** suelos agrícolas, abono orgánico, compostaje.

## ABSTRACT

The present research work was carried out in the industrial company Pucalá, dedicated to the sowing of sugarcane, which after many processes has blond sugar as its final product. One of the many processes are those that meet Oliver filters which generates a waste called cachaza, which is thrown into the ditch that passes through the factory, without any treatment contaminating the water resource, so organic bonus is made of this byproduct to improve the quality of agricultural soils.

The methodological design that was used was not inferential - longitudinal experimental with simple linear regression model, the population was the residue of cachaza originated by the Oliver filters of the company, the sampling was not probabilistic and the sample was for convenience of 100 kg which was collected in a single day, to then analyze its physicochemical parameters of pH, temperature, humidity, electric conductivity, concentration of organic matter, chemicals N, P, K, Ca, C, Mg and the C / N ratio, the data obtained were processed in the Microsoft Excel and SPSS programs.

The following results were obtained: in the analysis of the cachaza organic bonus, their results are ph: 7.80; electrical conductivity 2.92 mmhos / cm; organic matter 35.70%; phosphorus 3.12%; 0.73% potassium; calcium 2.03%; humidity 43% and C / N ratio 14.08% and if it can be used in agricultural soils. Regarding the results of the statistical data we obtained a linear behavior and a parameter of  $B1 \neq 0$ ,  $B1 < 0$  for all the indicators, Electric Conductivity ( $b1 = 26.412$ ); Organic Matter ( $b1 = 1,106$ ); Phosphorus ( $b1 = 9.318$ ); Potassium ( $b1 = 298,630$ ); Carbonates ( $b1 = 3,245$ ) concluding that the concentration of the parameters analyzed is better at a longer time.

Keywords: agricultural soils, organic fertilizer, composting.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente crecimiento de la población mundial, con mayor demanda de comida y agua, provoca mayores influencias del hombre sobre el suelo, tanto que por medio de la explotación y de la intensificación de ocupaciones agrícolas. Se cree que durante la historia de 1/3 a 1/2 de la superficie de la tierra fueron transformadas por ocupaciones humanas, en especial por medio de la agricultura. La vida sobre la tierra está ligada a las funcionalidades de los suelos productivos de alimentos y reguladoras del ciclo hidrológico y de la calidad ambiental. Los suelos son de manera simultánea la base de la producción agrícola y la base para la manutención de los ecosistemas. Pero la actividad de los suelos agrícolas se está viendo afectada por el mal manejo indebido de la tierra que es debido a las pésimas prácticas agrónomas que los agricultores le dan a la tierra. Por ello, las secuelas de la degradación acelerada de suelos son de similar transcendencia que las de calentamiento global y pérdida de biodiversidad, estando los tres procesos relacionados.

En el Perú los suelos están en riesgo debido a la expansión de las localidades, la deforestación, la utilización insostenible de la tierra y las prácticas de gestión, la contaminación, el sobrepastoreo y el calentamiento global. Se lleva a la conclusión que hoy en día, la degradación de los suelos amenaza la capacidad de agrandar las pretensiones de las generaciones futuras. Las tendencias varían en la producción y el consumo de productos cada vez más incrementa ejercitando una presión progresiva en los suelos de uso agrícola en el Perú y son la primordial causa que hoy en día el 38 % de las tierras agrícolas del planeta se están degradando.

El compostaje es un procedimiento que se utilizó para dar tratamiento a los residuos sólidos; éste se basa en la transformación de la materia, por medio de la actividad microbiana, teniendo como resultado compost que es el producto final, cuyo material tiene nutrientes por lo que es incorporado a los suelos en calidad de enmienda para mejorarlos.

Ante esta situación se plantea la aplicación de abono orgánico de cachaza para mejorar la calidad de los suelos agrícolas.

### **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En la empresa industria Pucalá la producción de azúcar es una actividad industrial que contamina en gran magnitud al ambiente debido al gran número de operaciones unitarias que realiza en su proceso de transformación. Uno de esos procesos son los que cumplen los filtros Oliver que son los encargados de terminar de extraer el jugo último el cual regresa al proceso, dejando por otro lado un residuo sólido llamado cachaza. La cachaza sólida que sale de los filtros Oliver junto con agua inyectada por medio de mangueras, es disuelta para luego ser arrojada a la acequia que pasa por toda la fábrica. La cachaza es un residuo del cual se puede obtener abono orgánico pero en la industria Pucalá no se le da un adecuado uso de este residuo sólido simplemente es arrojado sin ningún tipo de tratamiento. Los campos de la industria Pucalá son abonados con fertilizantes los cuales degradan los suelos y disminuye sus nutrientes

La cachaza como abono orgánico en los suelos agrícolas mejorara la calidad de estos ya que tiene mucho nutrientes, así podrá mejorar el rendimiento tanto de la producción como del suelo agrícola. Los suelos agrícolas del distrito de Pucalá están siempre activos ya que es una cosecha tras otra sin darse cuenta que están desgastando la calidad de estos y perjudicando a este recurso con la cantidad de fertilizantes químicos que utilizan.

Por eso en este proyecto se realizara abono orgánico a partir de cachaza para aprovechar este residuo sólido que es generado por la misma empresa industrial Pucalá y así poder a mejorar el rendimiento de los suelos agrícolas de la industria Pucalá a través de este subproducto.



## 1.2. TRABAJOS PREVIOS

Según (ARREOLA, Jesús. 2004) En esta investigación se presenta una problemática que es la gran cantidad de cachaza que produce el ingenio de la caña de azúcar en Tabasco debido a las inmensas áreas que se requiere para almacenar este residuo, además, genera un olor desagradable y en muchas oportunidades, es un foco de infección y un peligro para la conservación del ambiente; por ellos se llevó a cabo realizar abono orgánico de cachaza el cual mediante análisis este subproducto presenta un alto contenido nutrimental el cual fue aplicado a los suelos agrícolas teniendo resultados comprometedores y una mejor producción.

La elaboración del abono se realizó en montones de cachaza con 30 cm de altura y 10 m de largo, para sí poder iniciar el proceso de composteo con peso de 1000 kg, el cual cada cuatro días se realizaban los volteos para beneficiar la aireación, teniendo un pH estable, este compost tuvo una duración de 34 días. En cuanto a la aplicación del abono orgánico de cachaza en el suelo se realizó en el Campo Tabasco con un diseño no experimental totalmente al azar con dos repeticiones, la parcela que se utilizó fue de 7.8 m de ancho por 12 m de largo con la parcela útil de 6.5 m por 10 m de largo.

Los resultados del abono orgánico de cachaza después de haber realizado el análisis son: pH 7.0 humedad 59 %, materia orgánica 68 %, N 2.58 %, P 2.03 %, K 1.31 %, Ca 4.13, Mg 0.31%; los resultados que se obtuvieron después de haber agregado el abono orgánico al suelo con el tratamiento con 10 y 15 t/ha son: materia orgánica 15 y 24%, pH 6 y 8%, N total 48 y 70%, N mineral 144 y 162%, P 300 y 461% y K 46 y 47%. Asimismo, la productividad de caña de azúcar aumento positivamente cuando se fertilizó con 10 t ha<sup>-1</sup> de AOMC (84.6 t ha<sup>-1</sup>), en comparación con el testigo y la fertilización química 35 y 52 t ha<sup>-1</sup> correspondientemente.

Según (BOHÓRQUEZ, Alexander. 2014) En el presente trabajo nos dice que el compost es una alternativa para el aprovechamiento de los subproductos

de la caña de azúcar del ingenio Riopaila – Castilla, Colombia, con el fin de considerar la calidad del compost elaborado con distintos subproductos. Se elaboraron dos pilas, una de cachaza y la otra da bagazo.

En cuanto a la pila compostera de cachaza tuvo un peso de 10 t y 1.5 m de altura, se realizaron análisis a los 50 días con un diseño experimental de bloques al azar.

Los resultados obtenidos del abono orgánico después de 50 días fueron: pH 7.3, conductividad eléctrica 8.4 ds/m, Nitrógeno 1.3 %, Fósforo 2.5 %, Potasio 0.8 %, Calcio 2.02 %, Magnesio 0,6 %, Humedad 30 %, Carbono 33,7 %, relación C/N 17 %.

Según **(CIFUENTES, Rolando. 2011)** En esta investigación el autor nos da a conocer la importancia de la producción de abono orgánico elaborado a partir cachaza y tallos de caña de azúcar recuperados de las carreteras, ya que la cachaza es un subproducto que se arroja en grandes cantidades y los tallos de caña que caen de los camiones que transportan la caña, los cuales son aplastados durante su transporte al ingenio.

Se elabora dos pilas composteras una de cachaza y la otra con los tallos de caña picado. En cuanto a la pila de cachaza tuvo un proceso de compostaje de aproximadamente 90 días con dos volteos con maquinaria por semana, cuenta con un diseño no experimental, con muestreo al azar.

Los resultados del abono orgánico de cachaza fueron los siguientes: pH 7.1, Nitrógeno 1.35 %, Fósforo 3.29 %, Potasio 0.43 %, Calcio 4.41 %, Magnesio 0,61 %, Humedad 40 %, relación C/N 21 %.

Según **(CATSA. 2012)** En el presente trabajo la azucarera Tempisque nos dice que en el proceso industrial del azúcar genera una secuencia de

subproducto, los cuales por su estructura química, representa una fortuna extraordinaria de nutrientes, entre estos subproductos se encuentra la cachaza la cual se posiciona como una de las principales con un mayor valor fertilizante, por eso se producirá abono orgánico de cachaza ya que es rica en calcio, zinc, fosforo, boro y nitrógeno, pero mínima en potasio y con un gran contenido de materia orgánica. Para luego ser aplicada a los suelos de la misma azucarera.

Tuvo un diseño no experimental, logístico y el método de aplicación del abono de cachaza fue: Transportar la cachaza en vagones desde su centro de elaboración a las áreas consideradas en la programación de actualización de la plantación. En esta situación, la cachaza es distribuida en el lote a forma de montículos en los sitios marcados anteriormente, para de esta forma poder registrar la dosis por hectárea y por su puesto para hacer más simple y conseguir una aceptable organización de este abono orgánico en el lote. Por lo general con este método se aplican dosis superiores a 100 ton/ha de cachaza fresca.

Los resultados del análisis del abono orgánico de cachaza fueron: Nitrógeno 0.88 %, Fósforo 0.85 %, Potasio 0.61 %, relación C/N 32.6 % Carbono 28.73 % y humedad 50 %, los resultados que se obtuvieron a los 45 luego de la aplicación del abono orgánico a partir de cachaza fueron: pH: 7.0, %, Potasio: 0.97 %, Fosforo: 39 %, Zinc: 4.1 %, hierro: 29 %, Azufre: 26 % y materia orgánica: 2.7 %. Por lo cual la utilización este principio de fertilización orgánica, constituyo para para CATSA, una alternativa económica considerable, primordialmente por los elevados costos que muestran hoy en día los fertilizantes químicos.

Según **(GARCÍA, Reyna, 2011)** En esta investigación el objetivo fue saber la eficacia de eliminación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y de hidrocarburos totales del petróleo (HTP) de un suelo contaminado con petróleo crudo, usando dos tipos de productos agroindustriales que son la cachaza y el bagazo de la caña de azúcar las cuales fueron obtenidas del

ingenio azucarero Cuatotolapan de Juan Díaz Covarrubias, ya que se sabe que estos residuos son buenos en mejorar la calidad de los suelos, como enmiendas y texturizante.

El diseño fue no experimental, las muestras se obtuvieron de forma aleatoria simple y al azar, el muestreo fue a los dos meses. Para eso, se hicieron pruebas en microcosmos con cultivos rígidos para mejorar un suelo contaminado con 14300 mg de hidrocarburos totales del petróleo y 23.140 mg de hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Los resultados de los análisis que se obtuvieron de la caracterización del suelo para bagazo es: pH: 5.8, materia orgánica 93.43 %, Carbono 54.32 %, Fósforo 5.22 ppm, Nitrógeno 0.23 %; mientras que los resultados para la cachaza fueron: pH: 8.2, materia orgánica 97.4 %, Carbono 56.68 %, Fósforo 44.9 ppm, Nitrógeno 0.79 %. En tanto para la remoción de petróleo crudo se obtuvo para, 1|1| hidrocarburos totales del petróleo fue de 60.1 % para cachaza y de 51.4 % para el bagazo. Con cachaza se logró una remover de 45 % de hidrocarburos aromáticos policíclicos, en cuanto para el bagazo su remoción fue de 41 %. La cachaza resulto ser una buena opción para ser usada en los procesos de mejoramiento de suelos contaminados con hidrocarburos.

### **1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1. PRODUCCION DE ABONO ORGANICO**

Según **(FONAG, 2010)** Los abonos orgánicos se elaboran de la remoción y mineralización de material orgánico como restos de la cocina, estiércol, plantas verde, etc. Los cuales se usan en suelos agrícolas con el objetivo de acelerar y aumentar la labor microbiana del suelo, el abono es abundante en materia orgánica, energía y microorganismos, pero con mínimo índice en elementos inorgánicos.

Cuenta con las siguientes propiedades:

### **Propiedades físicas**

El abono orgánico absorbe más la radiancia solar según el color oscuro que tenga, el suelo requiere más  $T^{\circ}$  lo cual hace posible absorber nutrientes con gran facilidad. Mejora la textura y estructura del suelo volviéndolo más rápido a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. Además mejora la absorción del suelo ya que influye significativamente en la aireación y drenaje de éste. Incrementa la conservación de agua en el suelo cada vez que llueve y mejora el uso de agua de riego por la elevada humedad del área; también, baja la erosión ya sea por cambios del viento o del agua.

### **Propiedades químicas**

Los abonos orgánicos incrementan el dominio de absorber los nutrientes del suelo y disminuyen las oscilaciones del pH, lo que mejora la dimensión de cambio catiónico del suelo, por lo cual la fertilidad sube.

### **Propiedades biológicas**

Los abonos orgánicos aumentan el oxígeno y la ventilación del suelo, por lo que aumenta el desarrollo de los microorganismos aerobios. Además llegan a producir sustancias inhibitoras y activadoras de progresión, aumentan ampliamente el crecimiento de microorganismos beneficiosos, como para poder separar la materia orgánica del suelo y para beneficiar el crecimiento del cultivo.

Entre los indicadores de este proceso tenemos:

#### **Temperatura**

Depende del ajetreo microbiológico y de la combinación de los residuos. A temperaturas muy elevadas, gran parte de los microorganismos beneficiosos para el desarrollo mueren y otros simplemente no actúan. Existen muchas variedades de termómetros para marcar la temperatura, pero si no hay disponibilidad de estos se aprende a calcular con un machete y el tacto.

El proceso de compostaje se puede dividir en cuatro etapas, según la variedad de la temperatura:

Fase 1: los microorganismos se van multiplicando velozmente cuando los residuos están en temperatura ambiente. Como resultado de la descomposición de los residuos, la temperatura se va a elevar y se producen ácidos orgánicos los cuales bajaran el pH.

Fase 2: cuando llega a una temperatura de 40° C, los organismos termófilos, que son los que reaccionan a altas temperaturas transformando el nitrógeno en amoníaco y la acidez (pH) de la pila compostera se eleva. Cuando llega a los 60° C estos hongos mueren y aparecen las bacterias esporigenas. Estos microorganismos son los que se encargan de descomponer las ceras, hemicelulosas y las proteínas.

Fase 3: luego la temperatura empieza a bajar a menos de 60° C, aparecen nuevamente los microorganismos termófilos que nuevamente van a invadir la pila compostera y desagradan la celulosa. Al disminuir la temperatura bajo de 40° C los mismos microorganismos de la primera fase reinician su movimiento y el pH ligeramente baja.

Fase 4: es un etapa a temperatura ambiente que necesita de meses, durante los cuales se van a producir reacciones secundarias de condensación y polimerización del compost.

### **Humedad**

La humedad estándar para la transformación del abono orgánico es de 40 % a 60 % en coherencia con la cantidad de los residuos. Si está muy seco, la degradación ira muy lenta, por lo tanto los microorganismos disminuyen la descomposición. Si está muy húmedo, va a faltar oxígeno y puede que en los residuos haya putrefacción, ya que si el agua ocupa todos los poros el proceso se volverá anaeróbico, ósea sin oxígeno.

## **Relación C/N**

Estos dos elementos básicos de la materia orgánica, por eso para poder conseguir abono orgánico de buena calidad son influyente que haya una conexión equilibrada entre ambos componentes. Esta conexión depende de la clase de residuo y su cantidad.

Lo primordial es no usar el un mismo material, sino combinar residuos animales con vegetales. La conexión debe perdurar entre 25 a 35 partes de carbono por 1 parte de nitrógeno. Si la conexión C/N es bastante alta, bajara la labor biológica; pero si la conexión es baja no afectara al desarrollo del compostaje.

## **El pH (acidez)**

El índice perfecto para los microorganismos del suelo está entre 6 y 8. Los niveles máximos inhiben el desarrollo microbiano. La ceniza y la cal pueden ser utilizadas en las compostas para normalizar el pH, teniendo bastante cuidado de no utilizar bastante.

**(JARAMILLO, 2008).** el compostaje es un proceso natural y oxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila dando al final como producto de los procesos de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales, como también una materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos sin que cause fenómenos adversos.

## **Temperatura**

Las fases mesófila y termófila del proceso, mencionadas anteriormente, tienen un intervalo óptimo de temperatura. Se ha observado que las velocidades de crecimiento se duplican aproximadamente con cada subida de 10 grados centígrados de temperatura, hasta llegar a la temperatura óptima. Se muestra un área de color rojo, es el lugar donde se alcanzan temperaturas más altas, a partir de éste nivel se

empiezan a eliminar microorganismos patógenos dándose el proceso de sanitización ayudados adicionalmente por los antibióticos producidos por algunos microorganismos que favorecen su eliminación. Hacia los 70 °C grados centígrados se inhibe la actividad microbiana por lo que es importante la aireación del compost para disminuir la temperatura y evitar la muerte de los microorganismos. Durante estos cambios de temperatura las poblaciones bacterianas se van sucediendo unas a otras. Este ciclo se mantiene hasta el agotamiento de nutrientes, disminuyendo los microorganismos y la temperatura.

### **Humedad**

En el compostaje es importante evitar la humedad elevada ya que cuando está muy alta, el aire de los espacios entre partículas de residuos se desplaza y el proceso pasa a ser anaerobio. Por otro lado, si la humedad es muy baja, disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso se retarda. Se consideran niveles óptimos de humedades entre 40% - 60%, éstos dependen de los tipos de material a utilizar.

### **PH**

El compostaje permite un amplio intervalo de pH (3.0 – 7.0), sin embargo los valores óptimos están entre 5.5 y 7.0, porque las bacterias prefieren un medio casi neutro, mientras los hongos se desarrollan mejor en un medio ligeramente ácido. El valor del pH cae ligeramente durante la etapa de enfriamiento llegando a un valor de 6 a 7 en el compost maduro. La NTC 5167 de 2004 dice que si el producto se disuelve en agua, su disolución no debe desarrollar pH alcalino es decir mayor de 7.

### **Relación C/N**

Es la adecuada al inicio del proceso; pero si ésta relación es muy elevada, se disminuye la actividad biológica porque la materia orgánica a composta es poco biodegradable por lo que la lentitud del proceso no se deberá a la falta de nitrógeno sino a la cantidad de carbono.



Según **(Alcolea, Mirian, 2000)** Los abonos orgánicos son de cualquier tipo de residuos orgánicos tanto de plantas como animales, luego de descomponerse, el proceso del compostaje se basa en la variación de la materia orgánica por microorganismos en disposición de aire y en bajas condiciones controladas, luego pasa al abonamiento de los suelos dándole nutrientes necesarios para que las plantas crezcan y se desarrollen, mejorando las dimensiones químicas y físicas del suelo. Ejemplos de abonos orgánicos son: biol, estiércol, compost, abonos verdes, restos de las cosechas, restos orgánicos industriales, entre muchos más.

### **Relación C/N**

Para el desarrollo de los microorganismos la estructura de los residuos debe contribuir un nivel adecuado de nutrientes. La cantidad necesaria de carbono es máxima a la de nitrógeno, se considera una coherencia adecuada de C/N de 30/1. Un alto nivel de carbono, baja el desarrollo biológico, retrasando el desarrollo de degradación; y la falta de éste puede provocar pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco el cual va a producir malos olores. Una relación C/N buena regularmente asegura que el resto de nutrientes necesarios como P, K, S, Ca los cuales están presentes en cantidades normales.

### **Aireación**

Para tener un óptimo desarrollo de degradación, será necesario la presencia de aire. Una matriz muy bien formada va permitir que el aire pueda llegar a todas partes del material y así haya una buena degradación. Cuando los residuos son demasiados densos y falta aire, este tiende a pudrirse rápidamente (descomposición anaeróbica), apareciendo los malos olores.

### **Humedad**

Es un indicador muy primordial en el desarrollo del abono orgánico. Si llega a faltar agua, el proceso se vuelve lento y la degradación no será completa. Por otro lado, si bastante agua, esta puede tapar todos los poros desplazando el aire y teniendo como consecuencia que el material se pudra.

## **Temperatura**

El comportamiento de la temperatura durante todo el desarrollo está muy conectada con el desarrollo de los microorganismos, además, influyen otros factores (cantidad de volteos y residuos, clima, técnica de compostaje, frecuencia de riegos, localización).

### **1.3.2. CALIDAD DE SUELOS AGRÍCOLAS**

**Según (Karlen, D. 1997)** El suelo agrícola es aquel que se usa en el área de la eficacia para llevar a cabo en una determinada clase de suelo que es hábil para toda clase de cultivos y plantaciones, ósea, para el desarrollo de la actividad agrícola o la agricultura. El suelo agrícola antes que nada debe ser un suelo productivo que permita el desarrollo y crecimiento de diversas clases de cultivo que después sean cosechados y usados por el ser humano, por eso además debe ser apto por sus elementos para el hombre.

Las funcionalidades representativas por la calidad del suelo incluyen:

Capturar, sostener y dejar libre a los nutrientes y demás elementos químicos

Capturar, sostener y liberar agua a las plantas y acumular las napas subterráneas

Sostener un habitat edáfico moderado para la desarrollo biológica del suelo.

El autor muestra los siguientes indicadores:

#### **Indicadores físicos:**

Textura del suelo

Transporte y retención de agua y minerales, erosión del suelo

Humedad

Capacidad de retención de agua

#### **Indicadores químicos:**

Materia orgánica (C y N orgánico)

Fertilización de suelos, equilibrio y nivel de erosión. Capacidad de producción.

pH

Actividad biológica y química, desarrollo de las plantas.

Conductividad eléctrica

Actividad microbiológica y de las plantas

N, P y K extraíble

Accesibilidad de nutrientes para las plantas, indicadores de producción y calidad ambiental.

**Según (Bautista, Angélica. 2004)** La salud y calidad del suelo agrícola son conceptos equivalentes. La calidad debe interpretarse como un instrumento del suelo para un fin específico en un nivel inmenso de tiempo. La condición de las características del suelo como capacidad de materia orgánica, infinidad de microorganismos, o productos microbianos en un tiempo particular constituye la salud del suelo.

Tenemos como dimensiones:

Dimensiones físicas

Son un grupo importante y necesario en la prueba de la calidad de este recurso porque no tienen la probabilidad de mejorar fácilmente. Las características físicas que tienen la probabilidad de ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo, son las que reflejan la forma en que este recurso permite, retener y transmitir el agua a las plantas, así como las restricciones que se pueden presentar en el desarrollo de las raíces, la urgencia de las plántulas, la infiltración o el desplazamiento del agua en el interior del perfil y que también estén similares con el acuerdo de las partículas y los poros. La composición, consistencia adecuada, seguridad de agregados, transpiración, fondo de la tierra superficial, volumen de alojamiento del agua y conductividad hidráulica saturada son las propiedades físicas del suelo que se han presentado como indicadores de calidad.

## Dimensiones químicas

Las dimensiones químicas, se refieren a condiciones de esta clase que malogran los vínculos planta - suelo, la calidad del agua, la aptitud amortiguadora del suelo, la accesibilidad de agua y nutrientes para los microorganismos y plantas. Ciertos indicadores son accesibles de nutrientes, carbono orgánico total, carbono orgánico lábil, conductividad eléctrica, pH, aptitud de adsorber fosfatos, disposición de trueque de cationes, cambios en la materia orgánica, nitrógeno total y nitrógeno mineralizable.

El autor menciona los siguientes indicadores:

### Indicadores químicos:

- Textura: Retener, transportar agua y compuestos químicos; erosión del suelo; sus valores son % de arena, limo y arcilla.
- Humedad: coherencia con la conservación de agua, erosión y transporte; humedad utilizable, textura y materia orgánica, sus valores son % ( $\text{cm}^3 / \text{cm}^3$ ), cm de humedad utilizable /30 cm; fuerza de precipitaciones.

### Indicadores físicos:

- Materia orgánica (N y C total): Define la riqueza del suelo y duración, sus valores son Kg de C o N  $\text{ha}^{-1}$ .
- pH: actividad biológica y química, sus valores son una semejanza entre los límites máximos y mínimos para el desarrollo vegetal y microbiano.
- Conductividad eléctrica: quiere decir el desarrollo vegetal y microbiana, sus valores son  $\text{dSm}^{-1}$ ; comparación entre los parámetros máximos y mínimos para el desarrollo vegetal y microbiana.
- P,N,K : Nutrientes accesibles para la planta, carencia potencial de N; eficacia e indicadores de la calidad ambiental, sus valores son  $\text{Kg ha}^{-1}$ ; etapas suficientes para el avance de los cultivos

## 1.4. MARCO CONCEPTUAL

### 1.4.1 La cachaza

Según (**PEÑA, A, 1999**) La Cachaza mejora la estructura superficial del suelo; aumenta su infiltración; es fuente de fósforo (P), Potasio (K), Nitrógeno(N), y materia orgánica que al descomponerse da Anhídrido Carbónico (CO<sub>2</sub>) y después ácido carbónico, aumentando la solubilidad del carbonato de Calcio (Ca, CO<sub>3</sub>) presente en el suelo, aportando así Calcio (Ca).

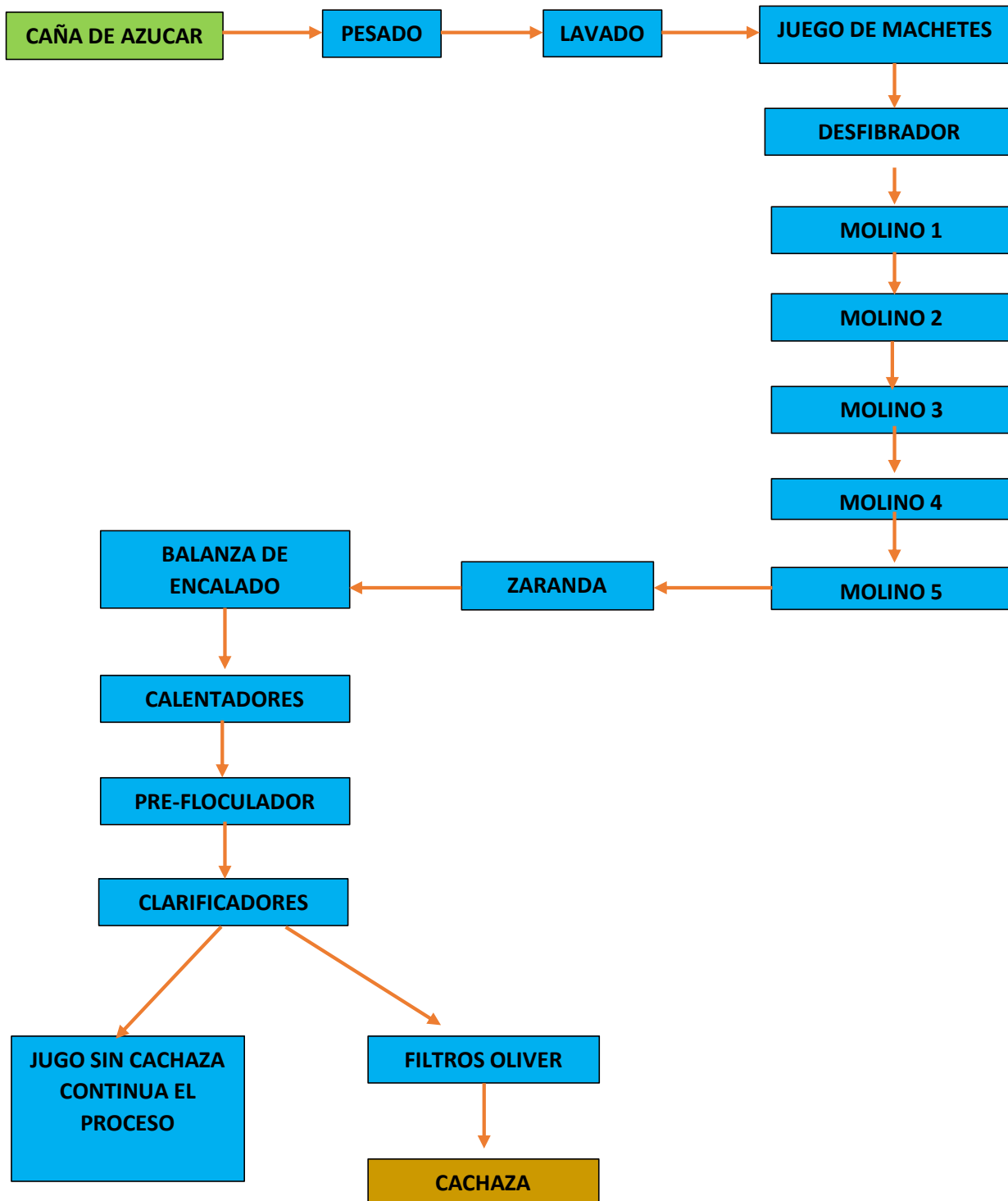
Es un desecho del proceso de fabricación industrial del azúcar crudo de caña; contiene mucho Nitrógeno, Calcio, Fósforo y Materia Orgánica en general por lo cual sirve como fertilizante de los suelos.

Factores agroindustriales que son determinantes en la composición de la Cachaza tales como: tipo de suelos, variedad de caña, clima, tipo de cosecha (manual, Máquina), sustancias clarificadoras de los jugos, cantidad de bagacillos usados para ayudar en la filtración de la Cachaza, temperatura del agua inhibidora del proceso de molienda, etc. Apareciendo el nitrógeno como proteína y algunas formas simples amoniacales o nítricas; el fósforo se presenta como fosfolípido y nucleoproteínas o en forma de fosfato de calcio que procede del procedimiento de clarificación; contiene aproximadamente 0.4% de potasio. Al biodegradarse la Cachaza mantiene sus concentraciones de fósforo y calcio; variando la de nitrógeno por lo cual hay que agregárselo al suelo, cuando la usamos como fertilizante en cañaverales.

#### 1.4.2. Obtención de la cachaza

Figura 1: Obtención del residuo de cachaza.

Fuente: Elaboración propia.



### 1.4.3. Propiedades de la cachaza

La cachaza está constituida por una mezcla de fibra de caña, sacarosa, coloides, coagulados, incluyendo la cera, fosforo de calcio y partículas de suelo, en general la cachaza contiene:

- 40.0 % de materia orgánica
- 1.76 % de Nitrógeno (N)
- 3.0 % de Fósforo (P)
- 0.42 % de Potasio (K)
- 3.15 % de óxido de calcio (CaO)
- 1.07 % d Magnesio (Mg)

Propiedades:

- pH: 5,6
- Material orgánico: la relación C/N es 20:1, lo cual favorece la movilización del suelo.
- Nitrógeno: los altos contenidos se deben a la elevada cantidad de materia orgánica que presenta este subproducto.
- Fósforo: su alto contenido se debe que algunas azucareras tratan con fosfato al jugo para clarificarlo rápido, en la cachaza es disponible y produce un buen efecto en los suelos.
- Potasio: la cachaza presenta bajo contenido de potasio, que es fácilmente lixiviable.
- Calcio: su contenido de calcio varía según las cantidades de cal empleadas durante la clarificación del jugo, las cuales se usan en grandes cantidades.

- Micro nutrientes: son inconsistentes los resultados de la cachaza al suelo; sin embargo se reportó aumento en el zinc, reducción de hierro y el manganeso y disminución del aluminio con la aplicación de este material orgánico.

#### **1.4.4. Ventajas del abono orgánico**

Las principales ventajas del compost son:

- Mejora la producción de los cultivos, aumentando su resistencia al ataque de las plagas, enfermedades, heladas y eventos extremos del clima.
- Facilita la absorción de los nutrientes y el agua por la planta.
- Mejora la estructura del suelo.
- No contamina el suelo, el ambiente, porque se reciclan los desechos orgánicos.
- Permite utilizar insumos que se encuentran en la chacra.

#### **1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La producción de abono orgánico a partir de cachaza mejorara la calidad de suelos agrícolas?

#### **1.6. JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo industrial de la caña de azúcar crea una sucesión de residuos, los cuales por su estructura química, significan una fortuna inigualable para aportar nutrientes minerales a los suelos agrícolas. Más allá de que sea verdad, su inicio procede de lo que la planta de caña le ha hurtado al suelo para hacer sus procesos fisiológicos. Lo mejor es incorporarlo nuevamente al suelo para que a pequeño o largo periodo el cultivo lo vuelva a explotar y de esta forma seguir con el desarrollo sostenible.



La cachaza como abono orgánico es rica en Fósforo, Calcio, Nitrógeno y mínima en Potasio. Además es una fuente fundamental de Zinc, Boro y por supuesto de Materia Orgánica. Es muy rica en nutrientes para mejorar la calidad de los suelos

Por medio de este proyecto se quiere producir abono orgánico a partir de la cachaza que permita mejorar los suelos agrícolas para mejorar la producción, al tiempo que logre considerarse como una opción económica para la industria Pucalá ya que dejarían de utilizar los fertilizantes químicos.

### **1.7. HIPÓTESIS**

La producción de abono orgánico a partir de cachaza generada por la industria Pucalá, mejorará la calidad de suelos agrícolas en la empresa industrial Pucalá.

### **1.8. OBJETIVOS**

#### **1.8.1. Objetivo general:**

- Producir abono orgánico a partir de cachaza para mejorar la calidad de suelos agrícolas en la industria Pucalá.

#### **1.8.2 Objetivos específicos:**

- Elaborar un abono orgánico que cumpla con los parámetros establecidos de T°, Humedad y pH.
- Realizar un análisis del abono orgánico para determinar que sea de calidad.
- Determinar el porcentaje de mejoramiento del suelo agrícola, después de aplicar el abono orgánico.
- Determinar los resultados de los métodos estadísticos para ver el comportamiento de los parámetros según el tiempo.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

No Experimental, inferencial – Longitudinal

### **2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN**

Variable Independiente: Producción de abono orgánico

Variable Dependiente: Calidad de suelos agrícolas

Tabla 1:

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Rango
<b>PRODUCCION DE ABONO ORGÁNICO</b>	Los abonos de origen orgánico son los que se obtienen de la degradación de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el fin de activar y aumentar el desarrollo microbiológico de la tierra, el abono es abundante en materia orgánica, energía y microorganismos, pero mínimo en elementos inorgánicos.	La pila compostera fue hecha exclusivamente de cachaza y agua, solo tomo un día elaborarla, sus medidas fueron 1m de ancho, 1.5 de largo y 30cm de altura, cuando el abono orgánico estuvo listo se determinaron sus parámetros fisicoquímicos mediante un análisis en el instituto de innovación agraria INIA	Análisis químicos	- pH	6 - 8
				- Temperatura	(15 - 75) °C
			Análisis físicos	- Relación Carbono/Nitrógeno	(25 – 35) %
				- Humedad	(40 – 45)%
				- Materia Orgánica	(65 – 70) %
				- conductividad eléctrica	1ds m – 1

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Rango
<b>CALIDAD DE SUELOS AGRÍCOLAS</b>	El suelo agrícola es aquel que se usa en el tema de la eficiencia para llevar a cabo una referencia de un preciso tipo de suelo que es disponible para toda clase de cultivos y plantaciones, ósea, para el desarrollo agrícola o la agricultura.	Para determinar cuánto mejoro la calidad del suelo agrícola de industrial Pucalá, se analizara el suelo en el en Instituto de Innovación Agraria, Vista Florida - Chiclayo, antes de agregar el abono para tener una línea base, luego de agregar el abono se tomara la muestra cada 10 días, teniendo 6 muestras al final para comprar cuanto mejoro el suelo. Las características a analizar serán fisicoquímicas y se realizarán el en Instituto de Innovación Agraria, Vista Florida - Chiclayo,	Análisis Físicos	- Textura	Gruesa- mediana- Fina / mm
				- pH	5.5 - 8
				- conductividad eléctrica	<1 dsm-1 ds/m
			Análisis Químicos	- potasio	0.85-1.70 kh/h
				- fosforo	0.15-0.28 kg/h
				- materia orgánica	<3 %

### 2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población:** la cachaza proveniente de la empresa industrial Pucalá

**Muestra:** por conveniencia, se tomó 100 kg de cachaza

**Muestreo:** no probabilístico, aleatorio simple.

### 2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ

#### 2.4.1. Técnicas de Gabinete

Técnicas de fichaje: hizo posible juntar todo tipo de información teórica - científica la cual me ayudo a formar el marco teórico y de esta forma indicar con efectividad el trabajo de investigación.

Los tipos de fichas que se utilizaron fueron:

- **Fichas textuales:** Me sirvió para transcribir literalmente contenidos de la interpretación real de más interés.
- **Fichas bibliográficas:** Me ayudo a recolectar los datos más significativos de los diferentes libros, que me sirvieron para la investigación.
- **Fichas de resumen:** me ayudo a sintetizar los contenidos teóricos de fuentes escritas similares a la investigación.

#### 2.4.2. Técnica de recolección de datos

Para desarrollar el presente trabajo de investigación se tomaron en cuenta las diferentes técnicas siguientes:

##### 2.4.2.1. Técnica de campo (recolección de muestras)

Los residuos, en este caso la cachaza fue recolectada de los filtros Oliver, en bolsas de urea esterilizada de 50 kg, para posteriormente llevarla al granadero de la empresa industrial Pucalá y construir la pila compostera.

En relación al muestreo del suelo se han tomado muestras homogéneas, para de esta forma determinar las medidas primordiales y conseguir los resultados.

#### **2.4.2.2. Técnicas de muestreo**

##### **- Muestra superficial**

**Según el ministerio del ambiente – Perú.** Para hacer un muestro superficial se apoya con una profundidad de 30 cm y elegir el suelo agrícola donde se quiere realizar una evaluación de sus parámetros.

En la situación del suelo agrícola es juntar numerosas muestras en todo perímetro establecido.

##### **- Envasado y almacenaje de la muestra de suelo**

**Según Inía – Perú** la muestra de suelo homogenizada y mezclada debe ser envasada en una bolsa esterilizada nueva, con el objetivo de esquivar la contaminación de esta ya que cualquier elemento raro a la muestra de tierra puede modificar a fallos en el análisis químico, con la consecuencia que haya errores en su explicación.

##### **- Identificación de la muestra**

**Según Inía – Perú.** Las muestras deben ser muy bien identificadas, en relación de su origen, fecha de recolección, hondura a la cual fue recolectada, sector y área que representa.

#### **2.4.3 Instrumentos, Materiales y Equipos Recolección de Datos**

##### **- Materiales de campo**

- Palana
- Pico
- Sacos de 50 kg
- Jarra de 1 L

- Guantes de protección
  - Termómetro
  - Higrómetro
  - Balanza manual
  - Mascarilla
  - Lapiceros
  - Libretas de apuntes
  - Guincha
  - Cámara fotográfica
- **Para procesar los datos:**
- Programa SPSS
  - Programa Microsoft Excel

#### **2.4.4 Validez**

La validez de los resultados de mi trabajo de investigación va a ser por medio de los análisis certificados por el INIA.

### **2.5. METODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

#### **2.5.1 Muestreo**

La presente investigación consta con un área de 2 m<sup>2</sup> de largo y 2 m<sup>2</sup> de ancho siendo un total de 4 m<sup>2</sup>. Se ubicaron 6 puntos para hacer el muestro respectivo.

- Los seis puntos de muestreo fueron las siguientes medidas: 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad

Después se pasó a combinar las 6 muestras de todos los puntos hasta quedar en forma homogénea y se eligió del centro de la mezcla 1 kg precisamente de suelo y seguidamente fue llevada al INIA para hacer el análisis de la muestra.

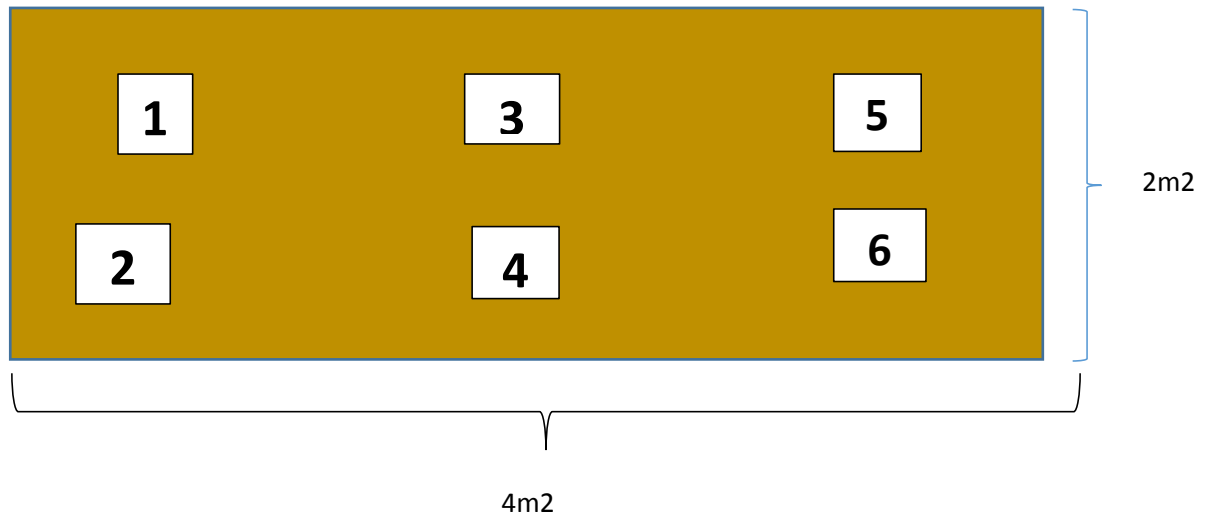


Figura n° 2: Muestreo

### 2.5.2. Selección de la materia prima a usar

Según los antecedentes y la información recopilada, se determinara y se elegirá la biomasa residual del material utilizado:

- Cachaza: Este es un subproducto común y se encuentra en grandes cantidades en la empresa industrial Pucalá, es arrojado y no aprovechada, contiene muchos nutrientes.
- Agua: El un insumo primordial en el desarrollo del abono orgánico.

### 2.5.3. Construcción de las pilas de compostera

Se dará a conocer la elaboración de la pila compostera para la producción de abono orgánico:

- limitar el área de 1.50 m de largo por 1m de ancho. La longitud de la cama es variable, dependerá bastante de la disposición de los residuos y del área.
- Luego se agregara la cachaza en toda el área demarcada.
- Arreglaremos la cachaza con el fin de que quede en ovalo la parte superior de la pila compostera



- Se le hicieron dos hoyos en la parte superior con el fin de una buena aireación
- Se monitoreo la temperatura cada 3 días , el pH y la humedad a los 5 días
- Se realizó el mantenimiento adecuado con los volteos necesarios que fueron 10 cada 10 días y también se suministró la suficiente agua para poder tener humedad la cachaza, en este caso fueron 40 litros.
- Al final se obtuvo aproximadamente 62 kg de abono orgánico de cachaza

#### **2.5.4. Aplicación del abono orgánico de cachaza**

Para aplicar el abono orgánico, se le agrego 4 Kg de este en el suelo mezclándolo para logara conseguir una respuesta satisfactoria en la optimización de la calidad del suelo.

Después de haber suministrado el abono al suelo, se hará un análisis para determinar la eficacia que genera en el suelo. En cada uno de los análisis se pudo visualizar que la calidad del suelo subió en sus nutrientes y la fertilidad de los suelos agrícolas.

### **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

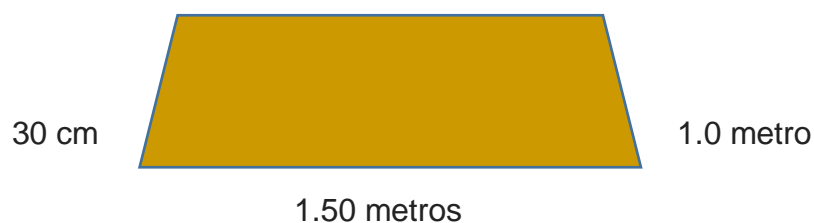
Todos los resultados de este trabajo de investigación serán confiables productos de investigación propia tanto en bibliografía física como virtual, se llevaron a cabo los análisis en un laboratorio eficaz y responsable. Las fuentes de información que se observaron en esta investigación están respetando los derechos del autor las cuales son fuentes confiables y veraces.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Elaboración de la pila compostera.

Figura 3: Apilamiento de los materiales.

Fuente: Observación de campo.



Las medidas fueron 1.50 m de largo, 1.0 m de ancho y 0.30 cm de altura.

La elaboración de la pila fue hecha gracias a los trabajos previos.

#### 3.2. Contenido de la pila compostera.

La pila compostera esta exclusivamente hecha del residuo de cachaza y agua, los porcentajes de los materiales son los siguientes:

Gráfica 1: Peso de materiales en porcentaje

Fuente: Elaboración propia.

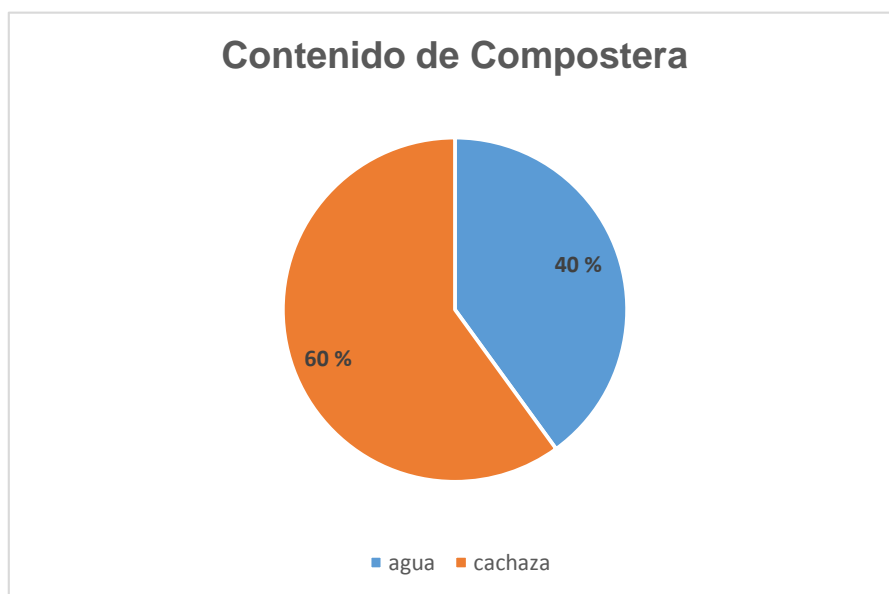


Tabla 2: Peso de materiales de la pila

Fuente: elaboración propia.

<b>MATERIALES</b>	<b>PESO kg</b>
Cachaza	100
Agua	40
<b>Total</b>	<b>140</b>

### RESULTADO N° 1:

Se elabora una pila compostera exclusivamente de cachaza utilizando el modelo de los trabajos previos. Su objetivo es determinar la producción de abono orgánico a partir del residuo de cachaza que genera la empresa industrial Pucalá.

### 3.3. Técnica de producción de abono orgánico

El compostaje es una técnica muy efectiva la cual se aplicó al tratamiento de cachaza de la empresa industrial Pucalá, la cual consiste en el control y mantenimiento diario de la pila compostera, para el desarrollo de los consorcios microbianos, los cuales se encargan de transformar la materia prima es este caso la cachaza en un material biológicamente estable y con propiedades benéficas para los suelos.

Tabla 3: Características de mantenimiento de una pila compostera

Fuente: manual de compostaje de la FAO

<b>TEMPERATURA</b>	<b>VOLTEOS</b>
<b>HUMEDAD</b>	<b>AIREACIÓN</b>
<b>PH</b>	<b>RIEGO</b>

- Para el riego de la compostera se realizó manualmente, se utilizó una jarra de 1L agua la cual fue incorporada en cada volteo realizado, la fuente hídrica fue de la empresa industrial Pucalá.

- Los datos de los parámetros físicos se midió utilizando un termómetro y un hidrómetro (mide la humedad y el pH).
- Se consideraron 10 volteos en todo el proceso ya que la composta fue pequeña y así poder acelerar la descomposición microbiana.
- Para la aireación de la pila se hicieron 2 hoyos en la parte superior de la pila.

### 3.4 Medición de parámetros físicos

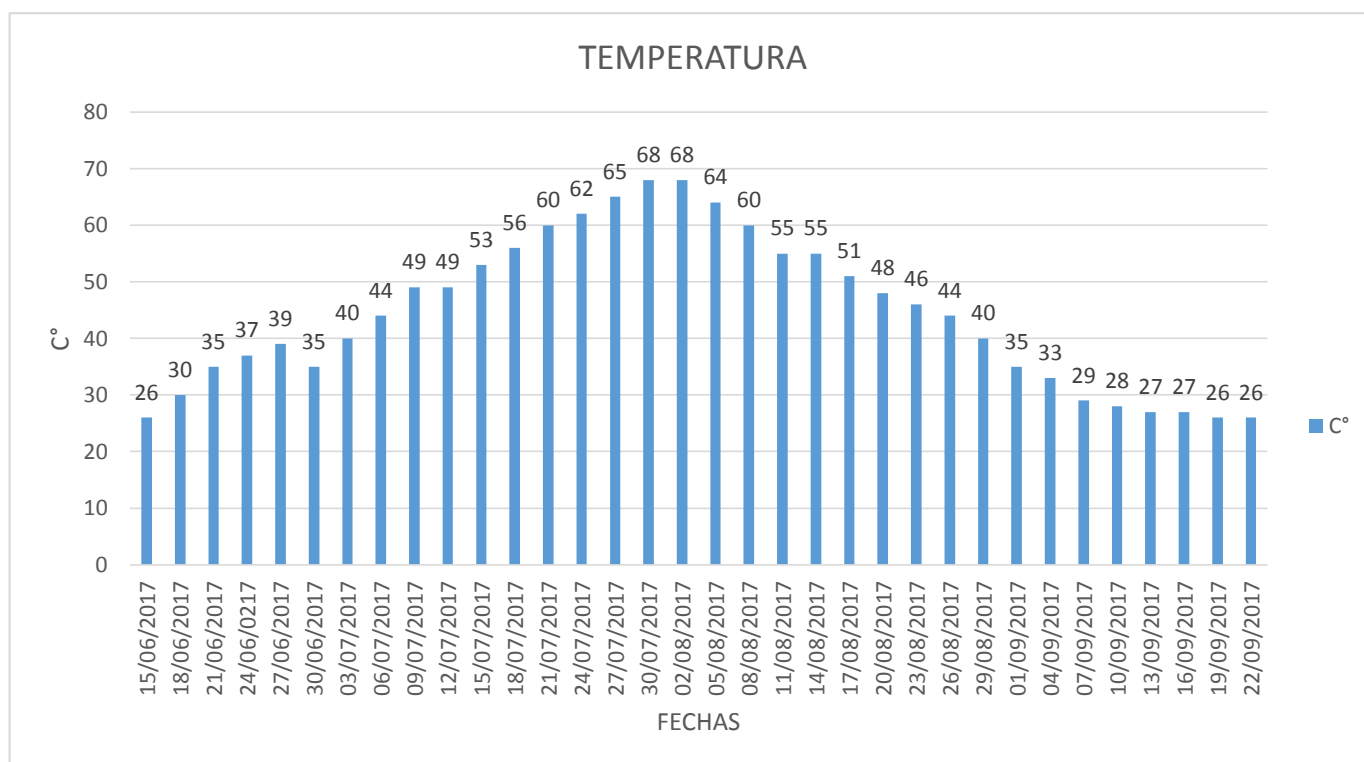
Tabla 4: registro de temperatura de la pila compostera.

Fuente: Propia, resultados de la toma de temperatura.

FECHA	C°
15/06/2017	26
18/06/2017	30
21/06/2017	35
24/06/2017	37
27/06/2017	39
30/06/2017	35
03/07/2017	40
06/07/2017	44
09/07/2017	49
12/07/2017	49
15/07/2017	53
18/07/2017	56
21/07/2017	60
24/07/2017	62
27/07/2017	65
30/07/2017	68
02/08/2017	68
05/08/2017	64
08/08/2017	60
11/08/2017	55
14/08/2017	55
17/08/2017	51
20/08/2017	48
23/08/2017	46
26/08/2017	44
29/08/2017	40
01/09/2017	35

04/09/2017	33
07/09/2017	29
10/09/2017	28
13/09/2017	27
16/09/2017	27
19/09/2017	26
22/09/2017	26

Gráfica 2: Temperatura de la pila compostera.  
Fuente: Propia, resultados de registro de temperatura



**INTERPRETACION:** La temperatura fue tomada cada 3 días, se empezó con una temperatura de 26°C, luego la temperatura fue ascendiendo gradualmente y el 15 de julio se incrementó a 53° C, debido a los constantes volteos que se le realizo a la pila, luego el 30 de julio llego a los 68 °C, para después descender a una temperatura de 40 °C el día 29 de agosto, para finalmente llegar a la tempera ambiente de 26 °C, según los parámetros con esa temperatura culmina el abono orgánico.

Tabla 5: registro de pH de la pila compostera.

Fuente: Propia, resultados de la toma de pH

FECHA	PH
15/06/2017	6,5
20/06/2017	6,5
25/06/2017	6,6
30/06/2017	6,7
05/07/2017	6,8
10/07/2017	6,9
15/07/2017	7,0
20/07/2017	7,0
25/07/2017	7,0
30/07/2017	7,1
04/08/2017	7,1
09/08/2017	7,2
14/08/2017	7,3
19/08/2017	7,4
24/08/2017	7,5
29/08/2017	7,5
03/09/2017	7,6
08/09/2017	7,7
13/09/2017	7,7
18/09/2017	7,8
22/09/2017	7,8

**INTERPRETACION:** El pH de la compostera se midió cada 5 día, empezó con un pH de 6.5 y posteriormente fue ascendiendo, el 30 de julio llego a tener un pH de 7.1, posteriormente siguió ascendiendo hasta llegar a alcanzar un pH ligeramente alcalino de 7,8.

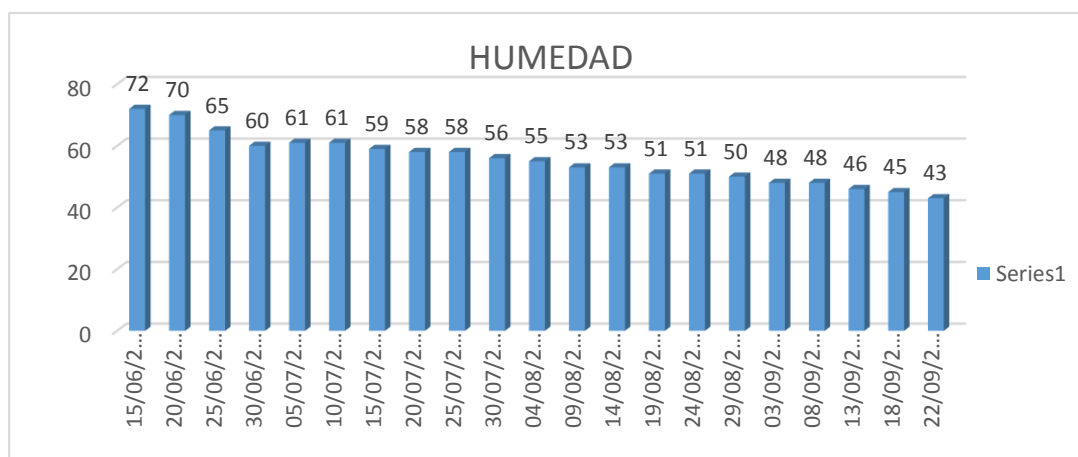
Tabla 6: registro de Humedad de la pila compostera.

Fuente: Propia, resultados de la toma de Humedad

FECHA	HUMEDAD
15/06/2017	72
20/06/2017	70
25/06/2017	65
30/06/2017	60
05/07/2017	61

10/07/2017	61
15/07/2017	59
20/07/2017	58
25/07/2017	58
30/07/2017	56
04/08/2017	55
09/08/2017	53
14/08/2017	53
19/08/2017	51
24/08/2017	51
29/08/2017	50
03/09/2017	48
08/09/2017	48
13/09/2017	46
18/09/2017	45
22/09/2017	43

Gráfica 3: Humedad de la pila compostera.  
Fuente: Propia, resultados de registro de Humedad



**INTERPRETACION:** La pila compostera empezó con una humedad de 72 %,luego fue descendiendo, el día 04 de agosto bajo hasta 55 % de humedad y teniendo como finalidad una humedad de 43% que está en el rango para un buen abono orgánico.

### 3.5. Mantenimiento de las pila compostera

El mantenimiento es de suma importancia porque influye directamente en el proceso de descomposición ya que logra propiciar un ambiente óptimo para que la descomposición de los residuos sea más rápida.

Tabla 7: registro de volteos y cantidad de agua de la pila compostera.

Fuente: Propia, resultados de la toma de volteos y cantidad de agua.

FECHA	N° DE VOLTEOS	CANTIDAD DE AGUA
22/06/2016	volteo 1	4,00 L
29/06/2016	volteo 2	4,00 L
06/07/2016	volteo 3	4,00 L
13/07/2016	volteo 4	4,00 L
20/07/2016	volteo 5	4,00 L
27/07/2016	Volteo 6	4,00 L
03/08/2016	Volteo 7	4,00 L
10/08/2016	Volteo 8	4,00 L
17/08/2016	Volteo 9	4, 00 L
24/08/2017	Volteo 10	4,00 L

**INTERPRETACION:** Se realizó diez volteos para ayudar a descomponer más rápido, en cuanto al gasto del agua se le suministro un total de 40.00 litros.

**RESULTADO N° 2:** El mantenimiento y monitoreo de la pila compostera se realizó con éxito, logrando descomponer la cachaza para transformarla en abono orgánico, teniendo en cuenta los parámetros físicos químicos, en cuanto a la temperatura alcanzo una temperatura mayor a 65 °C para poder eliminar patógenos, en cuanto al ph fue alcalino con 7.8 que se encuentra dentro de los parámetros del compostaje, se consiguió obtener una humedad de 43%, se utilizó 40 litros de agua. En cuanto al tiempo para obtener el abono orgánico fue de dos meses y medio aproximadamente, debido a los volteos que se realizaron y no presento malos olores.



### 3.6. PESO INICIAL Y FINAL DEL ABONO ORGANICO

#### 3.6.1. Método para determinar del peso final

En la formación de la pila compostera fueron pesados sus materiales, tuvimos el peso total inicial, entonces al terminar el proceso de descomposición se pesó el producto final con una balanza digital. Se utilizó la siguiente fórmula para ver el peso final:

Reducción en %:

$$\text{Reducción \%} = 100 - \left( \frac{Pf * 100}{1000} \right)$$

Donde:

**Reducción %** = reducción final en porcentaje del peso inicial

**Pf** = Peso final

Se empezó un registro inicial de 140 kg, por lo tanto el peso final se midió en porcentaje con la siguiente formula:

$$\text{Reducción \%} = 100 - \left( \frac{Pf * 100}{1000} \right)$$

$$\text{Reducción \%} = 100 - \left( \frac{62 * 100}{1000} \right)$$

$$\text{Reducción \%} = 6.2$$

La reducción final del peso en porcentaje fue de 6.2 % equivalente a 62 Kg. Se aprecia la diferencia entre el peso inicial que fue de 140 Kg y el producto final de 62 Kg de abono orgánico. Se obtiene una reducción de 78 Kg.

### 3.7. Análisis de Calidad del Abono Orgánico Obtenido

El análisis fisicoquímico del abono orgánico fue realizado en el laboratorio del instituto nacional de innovación agraria (INIA), estación experimental vista florida Chiclayo, Pisci – Lambayeque.

Tabla 8: Valores de abono orgánico de cachaza.

Fuente: Resultados de análisis fisicoquímico de abono orgánico de cachaza realizado por INIA.

CARACTERISTICAS	VALORES
pH	7,80
C.E (mmhos/cm)	2.92
Materia orgánica	30.7
Nitrógeno (%)	1.47
Fósforo (%) ( $P_2O$ )	3.12
Potasio (%) $K_2O$ )	0.73
Calcio (%) ( $CaO$ )	2.03
Magnesio (Mgo) (%)	0.67
Materia seca (%)	24.65
Humedad (%)	43
Cenizas (%)	25.66
Carbono (%)	20.70
Relación C/N (%)	14.08

**RESULTADO:** Muestra de reacción moderadamente alcalina y bajo nivel de sales solubles, valores normales y aptos. En su composición química se resalta buen contenido de materia orgánica y nitrógeno, con un buen nivel de fosforo, potasio y calcio. La humedad es aceptable. La relación C/N indica una buena descomposición y mineralización. Producto apto para utilización agrícola.

### 3.8. Resultado de los Análisis del Suelo de Industrial Pucalá.

#### MUESTRA 01: muestra analizada del suelo como línea base

CARACTERISTICAS	VALORES
pH	6.01
C. E (mmhos/cm)	26.92
Materia orgánica	0.99
Fósforo ppm	10.00
Potasio ppm	299
Calcar %	3.25
Tipo de suelo	Franco arenoso

#### Muestra 02: muestra del suelo con abono a los 10 días

CARACTERISTICAS	VALORES
pH	6.21
C. E (mmhos/cm)	23.12
Materia orgánica	1.69
Fósforo ppm	12.00
Potasio ppm	299
Calcar %	3.31
Tipo de suelo	Franco arenoso

#### Muestra 03: muestra del suelo con abono a los 20 días

CARACTERISTICAS	VALORES
pH	6.56
C. E (mmhos/cm)	21.00
Materia orgánica	2.01
Fósforo ppm	15.50
Potasio ppm	300
Calcar %	3.40
Tipo de suelo	Franco arenoso

**Muestra 04: muestra del suelo con abono a los 30 días**

CARACTERISTICAS	VALORES
pH	7.20
C. E (mmhos/cm)	19.00
Materia orgánica	2.51
Fósforo ppm	19.00
Potasio ppm	300
Calcar %	3.45
Tipo de suelo	Franco arenoso

**Muestra 05: muestra del suelo con abono a los 40 días**

CARACTERISTICAS	VALORES
pH	7.45
C. E (mmhos/cm)	16.00
Materia orgánica	3.0
Fósforo ppm	22.00
Potasio ppm	301
Calcar %	3.51
Tipo de suelo	Franco arenoso

**Muestra 06: muestra del suelo con abono a los 50 días**

CARACTERISTICAS	VALORES
pH	7.60
C. E (mmhos/cm)	14.00
Materia orgánica	3.2
Fósforo ppm	25.06
Potasio ppm	302
Calcar %	3.60
Tipo de suelo	Franco arenoso

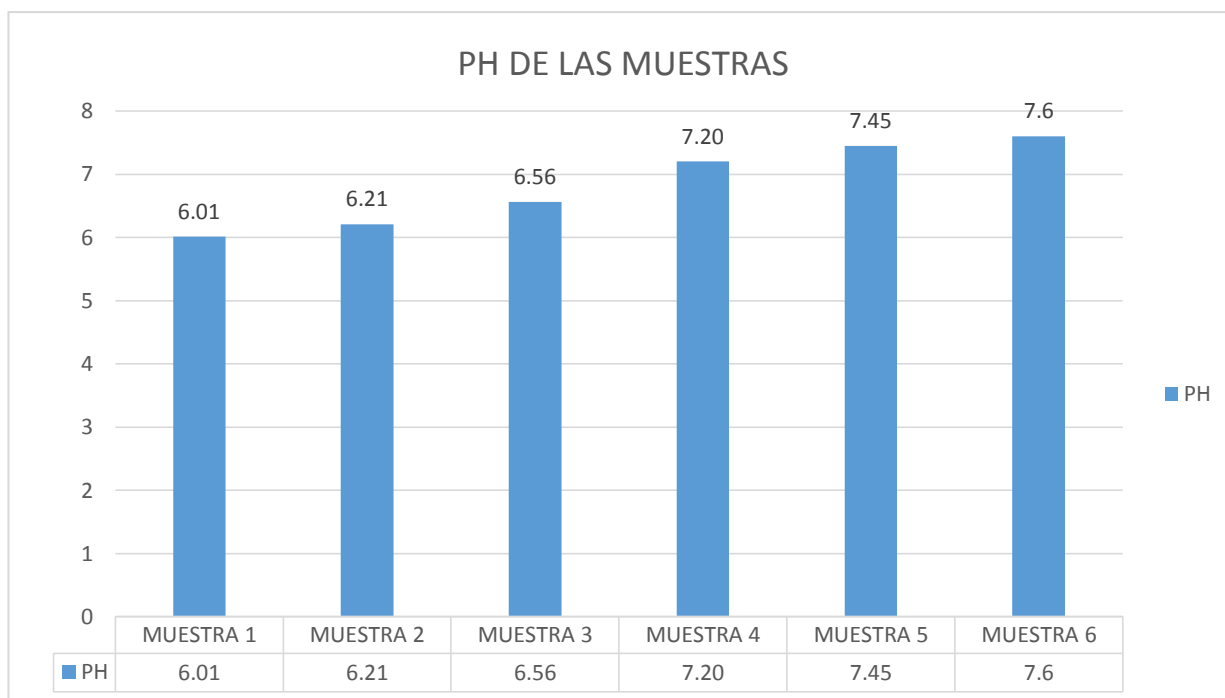
### 3.9. Resultado de parámetros físicos y químicos

#### 3.9.1. Determinación del pH

Tabla 9: Determinación del pH

MUESTRA	PH	DIAS
01	6,01	0 días
02	6,21	10 días
03	6,56	20 días
04	7,20	30 días
05	7,45	40 días
06	7,60	50 días

Gráfica 4: pH de las muestras



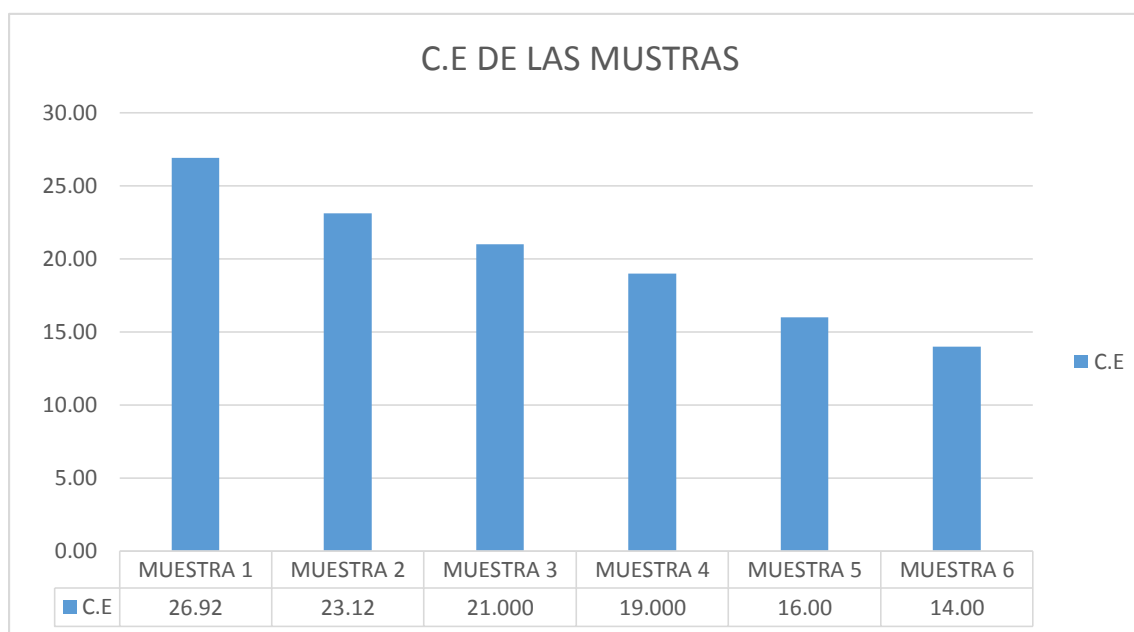
**INTERPRETACION:** en el figura N° 7 se observa que la muestra 1 es la más baja con un valor de 6.01 ya que es el resultado del suelo sin abono mientras que en la muestra 6 obtuvimos como resultado un pH de 7.6 siendo la más elevada.

### 3.9.2. Determinación de Conductividad Eléctrica

Tabla 10: Determinación del C.E

MUESTRA	C.E	DIAS
01	26.92	0 días
02	23.12	10 días
03	21.00	20 días
04	19.00	30 días
05	16.00	40 días
06	14.00	50 días

Gráfica 5: C.E de las muestras



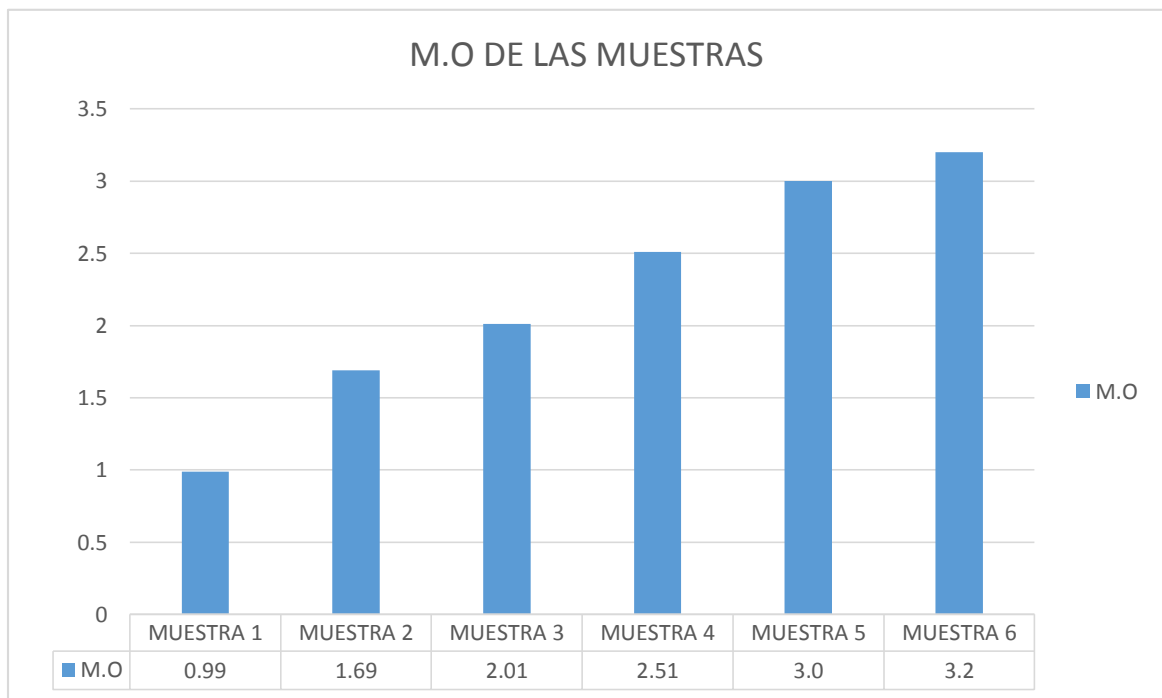
**INTERPRETACION:** en el figura N° 8 se observa que la muestra 1 es la más elevada con un valor de 26.92 ya que es el resultado del suelo sin abono mientras que en la muestra 6 obtuvimos como resultado de 14.00 siendo la más baja las cuales está dentro del rango permitido.

### 3.9.3. Determinación de Materia Orgánica

Tabla 11: Determinación del M.O

MUESTRA	M.O	DIAS
01	0.99	0 días
02	1.69	10 días
03	2.01	20 días
04	2.51	30 días
05	3.0	40 días
06	3.2	50 días

Gráfica 6: M.O de las muestras



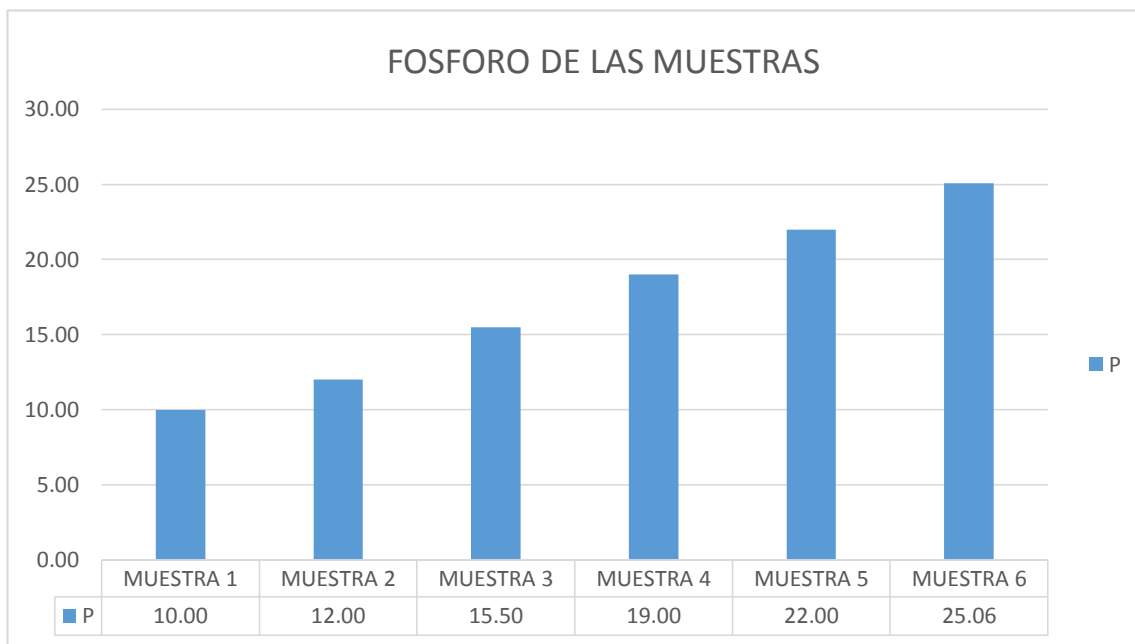
**INTERPRETACION:** en la figura N° 9 se observa que la muestra 1 es la más baja con un valor de 0.99 ya que es el resultado del suelo sin abono mientras que en la muestra 6 obtuvimos como resultado 3.2 siendo la más elevada.

### 3.9.4. Determinación de Fosforo (P)

Tabla 12: Determinación del Fosforo

MUESTRA	P	DIAS
01	10.00	0 días
02	12.00	10 días
03	15.50	20 días
04	19.00	30 días
05	22.00	40 días
06	25.06	50 días

Gráfica 7: Fosforo de las muestras



**INTERPRETACION:** en la figura N° 10 se observa que la muestra 1 es la más baja con un valor de 10.00 ya que es el resultado del suelo sin abono mientras que en la muestra 6 obtuvimos como resultado 25.06 siendo la más elevada.

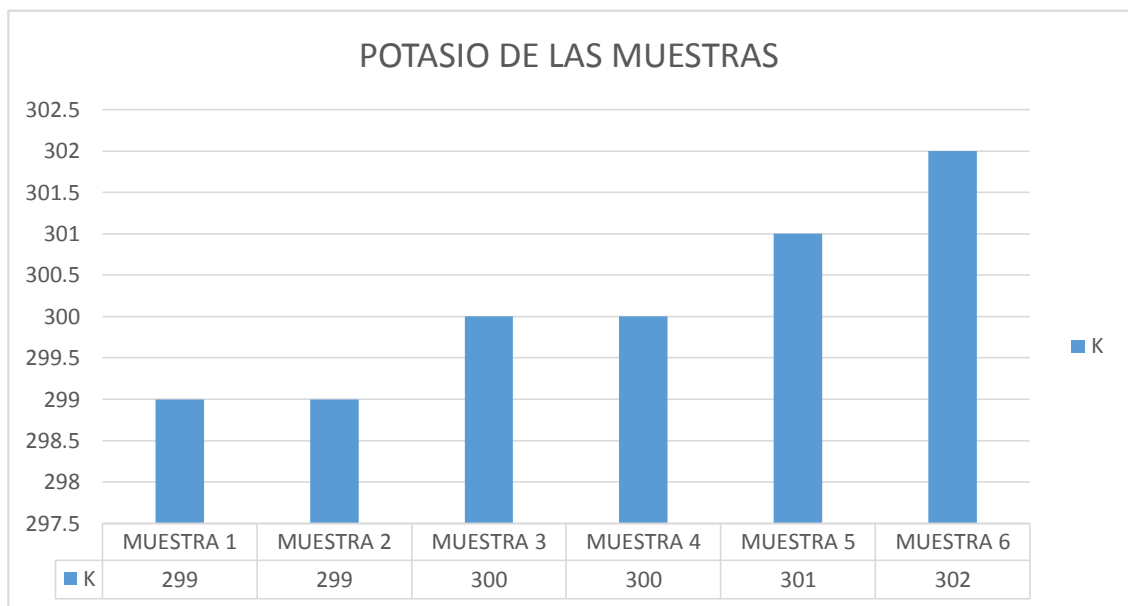


### 3.9.5. Determinación de Potasio (K)

Tabla 13: Determinación del Potasio

MUESTRA	K	DIAS
01	299 ppm	0 días
02	299 ppm	10 días
03	300 ppm	20 días
04	300 ppm	30 días
05	301 ppm	40 días
06	302 ppm	50 días

Gráfica 8 : Potasio de las muestras



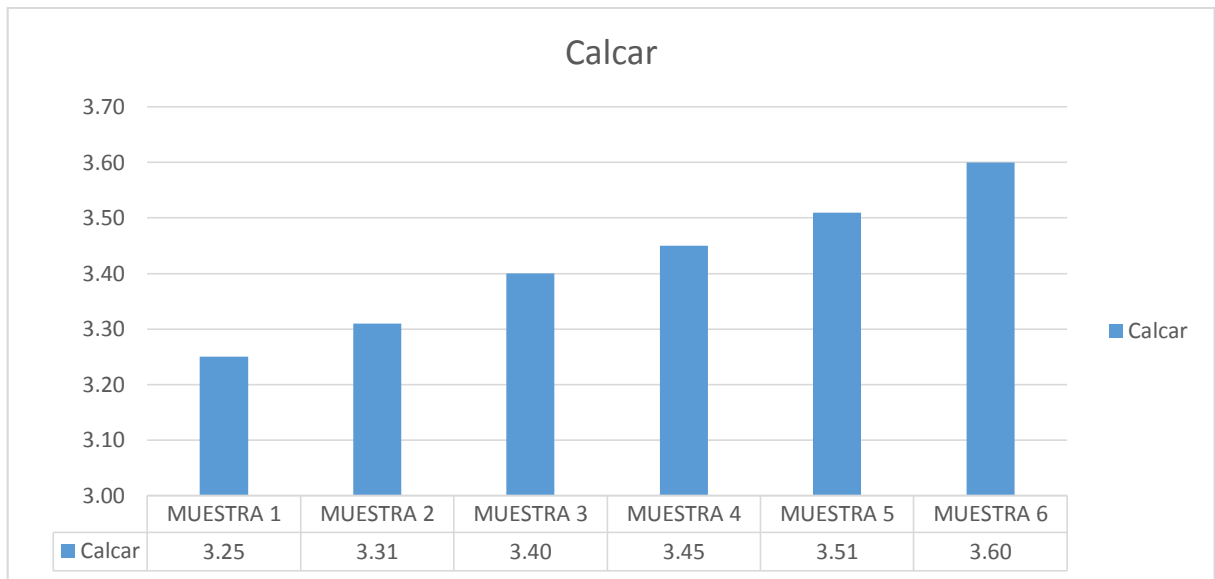
**INTERPRETACION:** en la figura 11 se observa que la muestra 1 es la más baja ya que tienen un valor de 299, pero luego fue ascendiendo ligeramente debido al abono orgánico hasta llegar al valor de 302 en la muestra 6.

### 3.9.6. Determinación de Carbonatos

Tabla 14: Determinación de Carbonatos

MUESTRA	Calcar	DIAS
01	3.25 %	0 días
02	3.31 %	10 días
03	3.40 %	20 días
04	3.45 %	30 días
05	3.51 %	40 días
06	3.60 %	50 días

Gráfica 9: Carbonatos de las muestras



**Interpretación:** como se observa en la figura 12 la muestra 1 es la más baja con un valor de 3.25 debido a que aún no se le aplicaba el abono orgánico, pero luego ascendiendo hasta llegar al valor de 3.60 en la muestra 6.

### 3.10. PARTE ESTADISTICA – COMPORTAMIENTO DE LOS DE LOS DATOS EN IBM SPSS

#### ANALISIS DEL SUELO CON RELACION AL TIEMPO

##### ► CONDUCTIVIDAD ELECTRICA – Modelo Lineal

fecha	C.E	Días
04/09/2017	26.92	1
03/10/2017	23.12	10
13/10/2017	21.00	20
23/10/2017	19.00	30
02/11/2017	16.00	40
13/11/2017	14.00	50

Resumen del modelo			
R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,994	,987	,984	,601
La variable independiente es TIEMPO.			

INTERPRETACION:  $R^2 = 0,987$  es decir el 98.7 % de las variaciones CONDUCTIVIDAD ELECTRICA son explicados por el cambio de tiempo en 10 días.

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
TIEMPO	-,255	,015	-,994	-17,466	,000
(Constante)	26,412	,441		59,860	,000

X = tiempo

Y = C.E

Y = 26,412 – 0,255 X

Cuando se incrementa el tiempo en 10 días la conductividad disminuye en 0,255 mhs/cm como promedio.

► MATERIA ORGANICA – Modelo Lineal

fecha	M.O	Días
04/09/2017	0.99	1
03/10/2017	1.69	10
13/10/2017	2.01	20
23/10/2017	2.51	30
02/11/2017	3.0	40
13/11/2017	3.2	50

Resumen del modelo			
R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,989	,977	,971	,141
La variable independiente es TIEMPO.			

INTERPRETACION:  $R^2 = 0,977$  es decir el 97.7 % de las variaciones MATERIA ORGANICA son explicados por el cambio de tiempo en 10 días.

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
TIEMPO	,045	,003	,989	13,079	,000
(Constante)	1,106	,104		10,674	,000

X = tiempo

Y = M.O

$Y = 1,106 + 0,045 X$

Cuando se incrementa el tiempo en 10 días la materia orgánica aumenta en 0.45 % como promedio.

► FOSFORO (P) – Modelo Lineal

fecha	P	Días
04/09/2017	0.99	1
03/10/2017	1.69	10
13/10/2017	2.01	20
23/10/2017	2.51	30
02/11/2017	3.0	40
13/11/2017	3.2	50

Resumen del modelo			
R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,999	,997	,997	,327
La variable independiente es TIEMPO.			

INTERPRETACION:  $R^2 = 0,977$  es decir el 97.7 % de las variaciones de FOSFORO son explicados por el cambio de tiempo en 10 días.

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
TIEMPO	,316	,008	,999	39,860	,000
(Constante)	9,318	,240		38,870	,000

X = tiempo

Y = Fósforo

$$Y = 9,318 + 0,316 X$$

Cuando se incrementa el tiempo en 10 días de Fósforo aumenta en 0,316 ppm como promedio.

► POTASIO (K) – Modelo Lineal

fecha	K	Días
04/09/2017	299	1
03/10/2017	299	10
13/10/2017	300	20
23/10/2017	300	30
02/11/2017	301	40
13/11/2017	302	50

Resumen del modelo			
R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,963	,928	,910	,352
La variable independiente es TIEMPO.			

INTERPRETACION:  $R^2 = 0,928$  es decir el 92.8 % de las variaciones de POTASIO son explicados por el cambio de tiempo en 10 días.

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
TIEMPO	,061	,009	,963	7,161	,002
(Constante)	298,630	,258		1156,864	,000

X = tiempo

Y = Potasio

$$Y = 298,630 + 0,61 X$$

Cuando se incrementa el tiempo en 10 días de Potasio aumenta en 0,61 ppm como promedio.

► CARBONATOS – Lineal

fecha	Calcar.	Días
04/09/2017	3.25	1
03/10/2017	3.31	10
13/10/2017	3.40	20
23/10/2017	3.45	30
02/11/2017	3.51	40
13/11/2017	3.60	50

Resumen del modelo			
R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,997	,994	,992	,011
La variable independiente es TIEMPO.			

INTERPRETACION:  $R^2 = 0,994$  es decir el 99.4 % de las variaciones CARBONATOS son explicados por el cambio de tiempo en 10 días.

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
TIEMPO	,007	,000	,997	25,220	,000
(Constante)	3,245	,008		388,588	,000

X = tiempo

Y = Carbonatos

$$Y = 3,245 + 0,007 X$$

Cuando se incrementa el tiempo en 10 días de Carbonatos aumenta en 0,07 % como promedio.

#### IV. DISCUSIÓN

Discusión 1: El autor Arreola Jesús nos dice que tuvo un diseño no experimental completamente al azar, con una muestra de 1000 kg, el autor Bohórquez Alexander tuvo un diseño no experimental con bloques al azar con una muestra de 10 t, el autor Cifuentes Rolando nos dice que su diseño fue no experimental con un muestreo al azar, la empresa CATSA nos dice que tuvo un diseño no experimental con una muestra de 100 ton/ha, por último la autora García Reyna nos dice que tuvo un diseño no experimental, las muestras fueron obtenidas de una manera aleatorio simple, mientras que en este trabajo de investigación tiene un diseño no experimental inferencial – longitudinal, la población fue el residuo de cachaza de la empresa industrial Pucalá, con una muestra de 100 kg.

Discusión 2: el autor Arreola Jesús nos dice que tuvo como resultado pH 7.0 humedad 59 %, materia orgánica 68 %, N 2.58 %, P 2.03 %, K 1.31 %, Ca 4.13, Mg 0.31%, el autor Cifuentes Rolando nos dice que los resultados del abono fueron pH 7.1, Nitrógeno 1.35 %, Fósforo 3.29 %, Potasio 0.43 %, Calcio 4.41 %, Magnesio 0,61 %, Humedad 40 %, relación C/N 21 %, la empresa CATSA nos dice que los análisis del abono de cachaza tuvieron los siguientes resultados: Nitrógeno 0.88 %, Fósforo 0.85 %, Potasio 0.61 %, relación C/N 32.6 % Carbono 28.73 % y humedad 50 %, mientras que en esta investigación los resultados del abono orgánico de cachaza fueron pH: 7.80; conductividad eléctrica 2.92 mmhos/cm; materia orgánica 35.70 %; fosforo 3.12 %; potasio 0.73 %; calcio 2.03 %; humedad 43% y relación C/N 14.08 %.



## V. CONCLUSIONES

- ✓ Conclusión N°1: Se elaboró 1 pila compostera, exclusivamente de cachaza y agua, con una formación de 1 día, la cual tuvo un peso de 140 kg.
- ✓ Conclusión N°2: Se Aplicó la técnica de compostaje en el cual constó en un monitoreo continuo de los parámetros físicos y mantenimiento de la pila compostera; en cuanto a la temperatura la inicial fue de 26 °C, llegando a alcanzar una temperatura máxima de 68°C, para luego terminar en una temperatura de 26°C, mientras que el pH inicial fue 6,5 y terminó en 7,8; su humedad pasó de 72 % a 43 %. Se realizaron 10 volteos y se gastó 40 litros de agua.
- ✓ Conclusión N°4: De acuerdo con los análisis obtenidos demuestran que el abono orgánico de cachaza es de buena calidad ya que se encuentra en los rangos específicos para un buen abono entre estos valores tenemos pH: 7.80; conductividad eléctrica 2.92 mmhos/cm; materia orgánica 35.70 %; fósforo 3.12 %; potasio 0.73 %; calcio 2.03 %; humedad 43% y relación C/N 14.08 y si puede ser utilizado en suelos agrícolas.
- ✓ Se realizó un análisis del suelo sin abono de cachaza y sus resultados fueron: pH: 6.01; conductividad eléctrica 26.92 mmhos/cm; materia orgánica 0.99 %; fósforo 10.00 ppm; potasio 299 ppm, carbonatos 3.25 y con una textura franco arenoso. Mientras que el análisis de suelo con 50 días de abono orgánico obtuvimos como resultado: pH: 7.60; conductividad eléctrica 14.00 mmhos/cm; materia orgánica 3.2 %; fósforo 25.06 ppm; potasio 302 ppm; calcio 3.60 %
- ✓ En cuanto a la parte estadística los resultados obtenidos son:  
Conductividad Eléctrica: Cuando se incrementa el tiempo en 10 días la conductividad disminuye en 0,255 mhs/cm como promedio.

Materia Orgánica: Cuando se incrementa el tiempo en 10 días la materia orgánica aumenta en 0.45 % como promedio.

Fósforo: Cuando se incrementa el tiempo en 10 días de Fósforo aumenta en 0,316 ppm como promedio.

Potasio: Cuando se incrementa el tiempo en 10 días de Potasio aumenta en 0,61 ppm como promedio.

Carbonatos: Cuando se incrementa el tiempo en 10 días de Carbonatos aumenta en 0,07 % como promedio.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda hacer el número mayor posible de volteos ya que acelerara su descomposición e igualara la masa compostada de cachaza.
2. Es recomendable que la pila compostera siempre este protegida con una malla raschel para evitar los vectores y el enfriamiento de la misma.
3. Es recomendable hacer las mediciones de temperatura diariamente así podremos tener un mejor control.
4. Es importante que la base o cama de la pila compostera no sea menor a 25 cm de altura lo que ayudara para evitar los encharcamiento cuando se realiza los riegos, la compactación de la masa compostada.
5. Se recomienda a la empresa industrial Pucalá tomar conciencia mediante charlas del manejo adecuado del subproducto llamando cachaza y sus beneficios en el suelo ya que contribuye a enriquecer los campos de cultivo.
6. También se recomienda a las azucareras utilizar el bagazo, la vinaza y los demás residuos ya que cuentan con nutrientes para beneficiar los suelos agrícolas y estas empresas cuentan con estos subproductos en grandes cantidades.

## VII. REFERENCIAS

- GARCÍA, Reyna. Uso de cachaza y bagazo de caña de azúcar en la remoción de hidrocarburos en suelo contaminado. Revista internacional de contaminación ambiental, 2011, vol. 27, no 1, p. 31-39. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v27n1/v27n1a3.pdf>
- JARAMILLO, Gladys. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Monografía para optar el título de Especialistas en Gestión Ambiental. Antioquia Universidad de Antioquia, 2008. Disponible en: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Apressolorgco.pdf>
- Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria (FIAGRO). Estudio sobre la producción de fertilizantes a partir de los derivados de la caña de azúcar. El salvador. 2004. P. 45. Disponible en: [http://www.uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero-23/REVISTA\\_23\\_pag\\_8-17.pdf](http://www.uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero-23/REVISTA_23_pag_8-17.pdf)
- BOHÓRQUEZ, Alexander. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. 2014
- ARREOLA, Jesús, et al. Evaluación de abono órgano mineral de cachaza en la producción y calidad de la caña de azúcar. *Terra Latinoamericana*, 2004, vol. 22, no 3, p. 351-357. Disponible en: <https://chapingo.mx/terra/contenido/22/3/351.pdf>
- FONCODES. Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus. LIMA. PG.44. VOL5. 2014. Disponible en: <http://www.paccperu.org.pe/publicaciones/pdf/126.pdf>

- RESTREPO, J. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. 1996. CEDECE. P.51
- NARTINEZ, Ana. [et al.]. Manual de criterios de diseño en jardines urbanos. Tesis (para obtener el título de arquitecta). Guatemala: Universidad De San Carlos De Guatemala, 2012. Fecha de consulta: 16 de junio 2017]. Disponible en: Fecha de consulta: 16 de junio 2017]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_3324.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3324.pdf)
- KARLEN, Denis. Criterios de calidad de suelo Agrícola. 1997. Disponible en [http://bibliotecadigital.sag.gob.cl/documentos/medio\\_ambiente/criterios\\_calidad\\_suelos\\_aguas\\_agricolas/pdf\\_suelos/3\\_calidad\\_suelo\\_uso\\_agricola.pdf](http://bibliotecadigital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/3_calidad_suelo_uso_agricola.pdf)
- ASOCIACION ESPAÑOLA DE ECOLOGIA TERRESTRE. La calidad del suelo y sus indicadores. Revista científica y tecnológica y medio ambiente, mayo 2014, p. 08. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw5s.pdf>
- RAMIREZ, Wendy. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. vol.35 no.2 Matanzas abr.-jun. 2012. Matanzas, Cuba. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942012000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000200001)

## **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ALICIA BEATRIZ SAUCEDO RIMARACHIN

FACULTAD/ESCUELA: FACUTAD DE INGENIERIA/ESCUELA DE INGENEIRIA AMBIENTAL

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿La producción de abono orgánico a partir de cachaza mejorara la calidad de suelos agrícolas?	Producir abono orgánico a partir de cachaza para mejorar la calidad de suelos agrícolas en la industria Pucalá	La producción de abono orgánico a partir de cachaza generada por la industria Pucalá, mejorará la calidad de suelos agrícolas en la empresa industrial Pucalá.	V.I: Producción de abono orgánico  V.D: calidad de suelos agrícolas	Longitudinal	Residuo de cachaza de industrial Pucalá	Técnicas de gabinete Técnica de campo Técnica de muestreo	aspectos técnicos muestreo materia prima construcción de pila compostera aplicación de abono orgánico
				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
				No experimental	100 kg de cachaza	Termómetro higrómetro Balanza	

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15/20	10:1 – 15:1
Humedad	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5 – 8,0	6,0-8,5	6,5 – 8,5
Temperatura	45 – 60°C	45°C-Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

Fig. 01: tabla de parámetro de abono orgánico de la FAO



Fig.03: salida de cachaza de los filtros Oliver



fig03.: salida de la cachaza a la acequia



Fig.04: recogiendo la cachaza



Fig.05: cercando el perímetro de la compostera



Fig.06: midiendo 30 cm de altura de cachaza



fig.07: haciendo los hoyos para la aireación





Fig.08: midiendo la humedad y temperatura



Fig.09: muestra de suelo para listo para analizar en INIA



Fig.10: tierra del hoyo al cual se le agregara



abono Fig.11: hoyo donde se colocara el abono



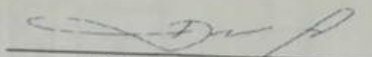
Instituto Nacional de Innovación Agraria  
Estación Experimental Vista Alegre

#### LABORATORIOS DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis: COMPLETO  
Nombre: ALICIA BEATRIZ SAUCEDO RIMARACHIN  
Procedencia: INDUSTRIAL PUCALÁ  
Muestra: ABONO ORGÁNICO DE CACHAZA  
Fecha emisión: 22/09/2017

MUESTRA	
pH	7.8
Conductividad Eléctrica (mmh/cm)	2.92
Materia Orgánica (g/L)	30.7
Nitrógeno Orgánico (mg/L)	1.47
Fósforo (mg/L)	3.12
Potasio (mg/L)	0.73
Calcio (mg/L)	2.03
Magnesio (mg/L)	0.67
Materia Seca (%)	24.65
Humedad (%)	43
Cenizas (%)	25.66
Carbono Orgánico (%)	20.70
Relación C/N (%)	14.08

**Resultado :** Muestra de reacción moderadamente alcalina y bajo nivel de sales solubles; valores normales y aptos. En su composición química se resalta un buen contenido de materia orgánica, y Nitrógeno, con buen nivel de Fósforo y Calcio.  
La relación C/N es buena lo que indica buena descomposición y mineralización.  
Producto apto para utilización agrícola.

  
Laboratorio de Química y Suelos  
ING. DANTE BOLIVIA DÍAZ  
Jefe Lab. Química y Suelos

Anexo 12: análisis del abono orgánico de cachaza realizado en INIA